



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE QUISAPINCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Trabajo de titulación presentado para optar el grado académico de:
INGENIERA QUÍMICA**

AUTORA: GLADYS VERÓNICA AMANGANDI AGUILAR

TUTORA: ING. ZOILA VALERIA TAPIA GONZALEZ

Riobamba – Ecuador

Mayo-2016

©2016, GLADYS VERÓNICA AMANGANDI AGUILAR

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El tribunal del trabajo de titulación certifica que el trabajo de investigación **“REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE QUISAPINCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** de responsabilidad de la señorita Gladys Verónica Amangandi Aguilar ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Valeria Tapia G.

.....

.....

**DIRECTORA DEL TRABAJO
DE TITULACION**

Ing. Mabel Parada

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

“Yo, **GLADYS VERÓNICA AMANGANDI AGUILAR** soy responsable de las ideas, Doctrinas y resultados expuestas en el presente trabajo de investigación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”

GLADYS VERÓNICA AMANGADI AGUILAR

DEDICATORIA

A mi Dios por darme los conocimientos para poder culminar con mis sueños propuesto en toda mi vida.

Dedico mi tesis a mis padres Carlos y Rosario por ser un apoyo incondicional; en especial a ti mamita por ser la mejor madre que Dios me pudo dar, por ser mi mejor amiga, por creer y confiar en mí, por la paciencia que me tuviste, siempre fuiste mi soporte y nunca me abandonaste en los momentos más difíciles, me enseñaste desde muy pequeña a luchar para obtener el éxito mediante la perseverancia, la humildad, confianza en Dios y a ser fuerte, enfrentando las adversidades sin dejarme vencer y salir de todos los obstáculos que se me presenta en la vida.

Dedico todo mi esfuerzo a mis hijos Dayana y Sebastián son los seres más hermosos en mi vida que Dios me pudo dar, desde el día que estuvieron en mi camino fueron el motor que siempre me ayudaron a seguir cada instante de mi vida, ustedes mis dos grandes amores fueron la fuerza que me daban cada día con su cariño y el amor de hijos que me demostraban con su dulzura y sus palabras inocentes y ocurrencias que me hacían sonreír, teniendo la suficiente fuerza para luchar por ustedes para un futuro mejor y conseguir mi sueño anhelado.

Mis hermanos Anita, Remigio, Jorge, Clarita y Maribel por estar siempre a lo largo de mi vida las personas más importantes que Dios me dio que mediante alegrías, tristezas y enojos siempre estaremos juntos compartiendo el amor de hermanos que mi madre siempre nos inculco.

A mi esposo Edison por ser la persona que nunca me dejo sola por estar ahí en las buenos y malos momentos pero siempre juntos luchando por lo que nosotros soñamos un gran futura juntos.

A mis amigas/as por ser una familia que Dios me puso en mi camino y poder contar con todos ustedes cuando más los necesite.

Gladys Verónica Amangandi Aguilar

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por ser la luz que siempre guía mi vida, ser un amigo incondicional que nunca me abandono en los momentos tan difíciles y fue el ser más importante en mi vida.

A mis padres en especial a mi madre por ser una persona tan especial en mi vida que siempre me apoyo sin condición alguna, siendo el pilar fundamental para realizar mis sueños, inculcándome valores y ser una mujer de bien, enseñándome a luchar por los sueños y nunca dejarme caer.

Mis hermanos por estar siempre conmigo animándome, apoyándome en los momentos que más los necesitaba siempre estuvieron ahí conmigo.

A mi esposo Edison por ser la persona que siempre estuvo conmigo en las buenas y malas en mis alegrías, tristezas, brindándome su apoyo incondicional durante toda mi carrera.

Al Sr. Miguel Tamami y Sra. Aura Chela por brindarme su apoyo incondicional y velar por el bienestar de mis hijos.

A mis amigas/os por ser las personas que siempre sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, me apoyaron en esos momentos tan difíciles en mi vida, siempre los llevare en mi corazón por ser tan especiales.

A la Escuela de Ingeniería Química, a la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial a la Ing. Valeria Tapia G. y a la Ing. Mabel Parada por haberme brindado sus conocimientos y en la colaboración para el desarrollo de mi trabajo investigativo.

A la Dra. Gina Álvarez y Adrianita Villena por brindarme su apoyo incondicional, en el momento que más las necesitaba.

A la Curtiembre Quisapincha en especial al señor Elías Camacho por la apertura brindada para llevar a cabo mi proyecto de estudio.

Gladys Verónica Amangandi Aguilar

ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
A	Área
ARI	Aguas Residuales Industriales
b	Base
cm ³	Centímetros cúbicos
CQ	Curtiembre Quisapincha
Cr ⁶⁺	Cromo Hexavalente
Cs	Carga superficie
D	Diámetro
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
g	Gramos
h	Altura
L	Litros
m	Metros
m ³	Metros cúbicos
mg /L	Miligramos por Litro
ml	Mililitros
pH	Potencial de hidrógeno
Q	Caudal
s	Segundos
SDT	Sólidos Disueltos Totales
SS	Sólidos Sedimentables
SST	Sólidos Suspendidos Totales
ST	Sólidos Totales
T	Temperatura
Trh	Tiempo de retención hidráulico
VH	Velocidad de Arrastre
R _{DBO}	Remoción de DBO ₅
R _{SST}	Remoción de sólidos suspendidos
μ	Viscosidad Dinámica (Pa.s)
W	Potencia

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	xx
RESUMEN.....	xxi
SUMMARY	xxii
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
CAPÍTULO I.....	5
1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Aguas Residuales Industriales.....	5
1.1.1 Curtiembre	6
1.1.2. Curtiembre Quisapincha.....	7
1.2. Proceso de Obtención de Cuero de la Curtiembre Quisapincha	8
1.2.1. Etapas del Proceso.....	8
1.2.2. Generación de Residuos por Operación, Procesos y los Aspectos Ambientales en las Curtiembres.....	13
1.2.3. Principales Parámetros utilizados en la Caracterización de las Aguas Residuales en la Industria de Curtiembre	16
1.3. Tratamiento de las Aguas Residuales en la Industria de Curtiembre	19

1.3.1.	Tratamiento Preliminar	20
1.3.2.	Tratamiento Primario	21
1.3.2.1.	Homogeneización.....	21
1.3.2.2.	Decantación primaria	26
1.3.2.3.	Separación por flotación	26
1.3.2.4.	Coagulación, Floculación.....	26
1.3.2.5.	Sedimentación Secundaria	27
1.3.2.6.	Espesamiento y secado de los lodos.....	30
1.3.3.	Tratamientos biológicos	31
1.3.3.1.	Lodos activos	31
1.4.	Estado Actual de la Planta de Tratamiento de las aguas residuales de la Curtiembre Quisapincha.....	32
1.3.4.	Procesos Existentes	33
1.4.1.1.	Piscinas.....	33
1.4.1.2.	Canal de entrada.....	34
1.4.1.3.	Tanques Homogeneizadores de las Aguas Residuales	34
1.4.1.4.	Tanque Circular de Sedimentación	34
1.4.1.5.	Tanque de Almacenamiento de Aguas Tratadas	35
1.4.1.6.	Tanque de recolección de fangos..	35
1.5.	Parámetros de Rediseño de la Curtiembre Quisapincha	35
1.5.1.	Medición del caudal	35
1.5.2.	Determinación de Caudal de la Etapa Lavado	36
1.5.3.	Diseño de Paletas para la Etapa de Pelambre.....	42
1.5.4.	Mantenimiento del Filtro de Descendente para la Etapa de Curtido.....	44
1.6.	Marco Legal	46

1.6.1.	Normas legales nacionales	46
1.6.1.1.	Constitución Política de la República del Ecuador, publicada en el R.O. N° 449 del 20 de octubre del 2008 Título II: DERECHOS, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección segunda: Ambiente sano.	46
1.6.2.	Ley Reformatoria al Código Penal, Registro Oficial N° 2 del 25 de enero del 2000....	47
1.6.3.	Ley de Gestión Ambiental	47
1.6.4.	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)	47
1.6.5.	Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales.....	49
CAPITULO II		51
2.	MARCO METODOLÓGICO	51
2.1.	Metodología	51
2.1.1.	Localización de la investigación	51
2.1.2.	Método de recolección de la información	52
2.1.3.	Muestreo.....	52
2.1.4.	Tratamiento de muestras	53
2.1.5.	Equipos, materiales y reactivos	54
2.1.6.	Métodos y Técnicas.....	54
2.1.6.1.	Métodos.....	54
2.1.6.2.	Técnicas	55
2.2.	Datos experimentales	73
2.1.1.	Datos de caudal tomados in situ	73
2.1.2.	Caracterización físico-química del agua residual a la entrada de la actual PTAR Curtiembre Quisapincha	75
2.1.3.	Caracterización físico- química del agua residual a la salida de la actual PTAR Curtiembre Quisapincha	77
2.1.4.	Pruebas de Tratabilidad (dosificación).....	78

2.2.4.1	Químicos Utilizados.....	78
2.2.4.2.	Dosificación de Químicos para la Etapa de Agua de Lavado... ..	79
2.2.4.3.	Dosificación de Químicos para la Etapa de Agua de Pelambre.	81
2.2.4.4.	Dosificación de Químicos para la Etapa de Agua de Curtido.	83
2.2.4.5.	Dosificación de químicos para la etapa de agua de Teñido	85
2.3.	Caracterización del Agua Residual después de las pruebas de tratabilidad	86
CAPÍTULO III.....		88
3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	88
3.1.	Resultados de pruebas de tratabilidad con coagulantes.....	88
3.2.	Comparación de Resultados de Agua Residual Lavado antes y después del Tratamiento.....	91
3.3.	Resultados Porcentaje de remoción obtenido después del tratamiento	99
3.2.	Consideraciones para el rediseño	106
3.3.1.	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de da Curtiembre Quisapincha	106
3.3.2.	Diseño del Tanque de Clarificador para la Etapa de Lavado	109
3.3.3.	Diseño de Paletas para la Etapa de Pelambre.....	112
3.3.4.	Mantenimiento del Filtro de Descendente	113
3.4.	Propuesta.....	114
3.4.1.	Parámetros para el rediseño	116
3.4.1.1.	Implementación de un Sistema de Aireación para la Etapa de Lavado	116
3.4.2.	Implementación de un tanque sedimentador para la Etapa de Lavado	116
3.2.3.	Implementación de Paletas para la Etapa De Pelambre	116
3.4.3.	Costos.....	117
3.5.	Análisis y Discusión de Resultados	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		123

CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	125
BIBLIOGRAFÍA	126
ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Insumos Químicos Utilizados por Procesos	10
Tabla 2-1. Consumo de agua para un proceso de curtición.....	11
Tabla 3-1. Información típica para el proyecto de rejas de barras de limpieza manual y mecánica.....	21
Tabla 4-1. Factores que afectan la transferencia de oxígeno con difusores	25
Tabla 5-1. Coagulante y Floculante	27
Tabla 6-1. Parámetros de diseño para sedimentadores rectangulares y circulares en el tratamiento primario.....	29
Tabla 7-1. Velocidades terminales a caudal máximo.....	30
Tabla 8-1. Criterios de diseño para tanques de sedimentación primaria.	30
Tabla 9-1. Tiempos de retención para sedimentadores	30
Tabla 10-1. Valores de las constantes empíricas a y b.....	40
Tabla 11-1. Información Típica sobre el Peso Específico y la Concentración del Fango Procedente de los Sedimentadores Primarios	42
Tabla 12-1. Tiempo de Retención en Pocetas de Sedimentadores	42
Tabla 13-1. Gradiente de velocidad G y tiempo de detención típico para operaciones de mezclado y floculación	43
Tabla 14-1. Valores de C_D	44
Tabla 15-1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	48
Tabla 1-2. Localización Geográfica de la Curtiembre Quisapincha.....	51
Tabla 2-2. Recolección de muestra	53
Tabla 3- 2. Equipos, Materiales y Reactivos.....	54
Tabla 4- 2. Métodos de análisis de aguas.....	54
Tabla 5- 2. Medición de caudal.....	55

Tabla 6-2. Método HACH 2130 - B.....	57
Tabla 7-2. Método HACH DR 2800	58
Tabla 8-2. Método Standard Methods 4500 HB	59
Tabla 9-2. Método Standard Methods 4500-B.....	60
Tabla 10-2. Método Yodométrico 4500- S ²⁻ E	61
Tabla 11-2. Método HACH DR ,2540 D	62
Tabla 12-2. Standard Methods 4500-SO ₄ -E.....	63
Tabla 13-2. Método APHA 2540 B	64
Tabla 14-2. Método Standard Methods 5530-C.....	65
Tabla 15-2. Método 2540-F	66
Tabla 16-2. Método PE – LSA – 04.....	67
Tabla 17-2. Método Standard Methods 5210-B.....	68
Tabla 18-2. Método 5220-C.....	69
Tabla 19-2. Método HACH DR 2800	70
Tabla 20-2. Método HACH DR 2800	71
Tabla 21-2. Método: EPA418, 1	72
Tabla 22-2. Medición de caudales de descarga de baños de lavado	73
Tabla 23-2. Medición de caudales de descarga de baños de pelambre	73
Tabla 24-2. Medición de caudales de descarga de baños de curtido.....	74
Tabla 25-2. Medición de caudales de descarga de baños de teñido	74
Tabla 26-2. Resultado del Análisis de Agua Residual de Lavado	75
Tabla 27-2. Resultado del Análisis de Agua Residual de Pelambre	75
Tabla 28-2. Resultado del Análisis de Agua Residual de Curtido	76
Tabla 29-2. Resultado del Análisis de Agua Residual de teñido	76
Tabla 30-2. Resultado del Análisis de Agua Residual de Pelambre	77

Tabla 31-2. Resultado del Análisis de Agua Residual de Curtido	77
Tabla 32-2. Pruebas con Oxidantes.....	78
Tabla 33-2. Pruebas de químicos utilizados.....	79
Tabla 34-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Manganeso al 5%	79
Tabla 35-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Aluminio al 5%.....	80
Tabla 36-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Manganeso al 5%	81
Tabla 37-2. Diferentes Dosificaciones de Cloruro Férrico al 5%	82
Tabla 38-2. Diferentes Dosificaciones de Polímero Aniónico al 2%	83
Tabla 39-2. Diferentes Dosificaciones de Cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) AL 5 %	84
Tabla 40-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Aluminio AL 5 %	85
Tabla 41-2. Agua Tratada de Lavado.....	86
Tabla 42-2. Agua Tratada de Pelambre.....	86
Tabla 43-2. Agua Tratada de Curtido.....	87
Tabla 44-2. Agua Tratada de Teñido	87
Tabla 1-3. Agua residual y tratada Lavado.....	91
Tabla 2-3. Agua residual y tratada de Pelambre	93
Tabla 3-3. Agua residual y tratada Curtido	95
Tabla 4-3. Agua residual y tratada Teñido	97
Tabla 5-3. Caracterización química del DQO	99
Tabla 6-3. Caracterización química del DBO	99
Tabla 7-3. Caracterización química del DQO	100
Tabla 8-3. Caracterización química del DBO	101
Tabla 9-3. Caracterización química de Sólidos Totales	101
Tabla 10-3. Caracterización química del DQO	102

Tabla 11-3. Caracterización química del DBO	103
Tabla 12-3. Caracterización química de Sólidos Totales	103
Tabla 13-3. Caracterización química de Cromo VI	104
Tabla14-3. Caracterización química del DQO	105
Tabla 15-3. Caracterización química del DBO	105
Tabla 16-3. Sistema de Aireación Agua de Lavado.....	116
Tabla 17-3. Dimensionamiento de un Sedimentador	116
Tabla 18-3. Dimensión de Paletas.....	116
Tabla 19-3. Costos de Químicos al día	117
Tabla 20-3. Operación y Mantenimiento	118
Tabla 21-4. Costo total de Operación y mantenimiento y Químicos	118
Tabla 22-3. Descripción de Rubros, Unidades, Cantidades y Precios	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Diagrama de flujo de los procesos de la Curtiembre Quisapincha.....	12
Figura 2-1. Diagrama de flujo de la Generación de Residuos de la Curtiembre Quisapincha..	15
Figura 3-1. Agitador de Paletas.....	22
Figura 4-1. Tanque de sedimentación primaria rectangular.....	28
Figura 5-1. Tanque de sedimentación primaria circular	29
Figura 6-1. Laguna de aireación de flujo continuo	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2. Localización de la PTAR Curtiembre Quisapincha.....	51
Gráfico 2-2. Agua residual y tratada de lavado.....	81
Gráfico 3-2. Agua residual y tratada de pelambre.....	83
Gráfico 4-2. Agua residual y tratada de Curtido	84
Gráfico 5-2. Agua residual y tratada de Teñido	85
Gráfico 1-3. Dosis óptima de Sulfato de Aluminio.....	88
Gráfico 2-3- Dosis óptima de Cloruro de aluminio.....	89
Gráfico 3-3. Dosis óptima de Polímero aniónico	89
Gráfico 4-3. Dosis óptima de Cal.....	90
Gráfico 5-3. Dosis óptima de Sulfato de aluminio.....	90
Gráfico 6-3. Agua Residual y Tratada de Lavado.....	92
Gráfico 7-3. Agua Residual de Pelambre.....	94
Gráfico 8-3. Agua Residual de Curtido.....	96
Gráfico 9-3. Agua Residual de Teñido.....	98
Gráfico 10-3. Disminución del DQO	99
Gráfico 11-3. Disminución del DBO	100
Gráfico 12-3. Disminución del DQO	100
Gráfico 13-3. Disminución del DBO	101
Gráfico 14-3. Disminución del Sólidos Totales	102
Gráfico 15-3. Disminución del DQO	102
Gráfico 16-3. Disminución del DBO	103
Gráfico 17-3. Disminución del Sólidos Totales	104
Gráfico 18-3. Disminución del Cromo VI	104

Gráfico 19-3. Disminución del DQO	105
Gráfico 20-3. Disminución del DBO	106
Gráfico 21-3 Diseño Propuesto	115

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Gladys Verónica Amangandi Aguilar, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba 18 de mayo del 2016

Gladys Verónica Amangandi Aguilar

C.I. 020197664-4

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo el Rediseño de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la Curtiembre Quisapincha de la Provincia de Tungurahua. Se procedió a realizar la caracterización físico-química del agua residual de entrada y salida de la planta de tratamiento de los efluentes de cada una de las etapas, posterior a la caracterización se determinó que los parámetros: Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sulfuros, Sulfatos, Cromo Hexavalente, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables y Sólidos Totales se encuentran fuera de los límites permisibles de acuerdo a la Tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público del TULSMA, para su remoción se procedió a realizar pruebas de jarras utilizando Sulfato de manganeso 5%, cloruro Férrico 5%, sulfato de aluminio 5%, Cal 5% y Polímero Aniónico 1%. El rediseño de la planta se dimensionó mediante cálculos de ingeniería, para el agua de lavado se utilizará un sistema de aireación con un caudal de aire de 32,137 m³aire/min, para la etapa de Pelambre un tanque sedimentador con un volumen de 4,07m³, área superficial de 1,14m², con un diámetro 1,20m, radio de 0,60m, tiempo de retención de 2,06 h y un agitador con una potencia de 1 HP. Los porcentajes de eficiencia de remoción de los parámetros fuera de norma son DQO 94,31% y DBO5 96,83%. La implementación de los nuevos procesos mejorará la calidad del agua, por lo que se recomienda a la Curtiembre Quisapincha la aplicación del estudio realizado con el fin de descargar agua residual que se encuentre dentro de los límites permisibles establecidos en el TULSMA.

Palabras clave: <REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO>;<AGUAS RESIDUALES>;<DESCARGA ALCANTARILLADO>;<QUISAPINCHA [PARROQUIA]>;<AMBATO [CANTÓN]>;<TUNGURAHUA (PROVINCIA)>; < TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE [TULSMA]>

SUMMARY

The present research had as its object the redesign of the plant of the treatment of waste water from the tannery Quisapincha of the Province of Tungurahua. Proceeded to make the physico-chemical characterization of wastewater of input and output of the plant's treatment of effluent from each one of the stages, subsequent to the characterization was determined parameters: Chemical Demand of Oxygen, Biochemistry Demand of Oxygen, sulfates, Chromium Hexavalente. Solids Suspended, Solids Sediments and Total Solids are beyond the permissible limits according to Table 9. Discharge limits to the system of public sewerage of the UTSLME, for its removal one proceeded to realize jar testing using manganese sulfate 5%, ferric chloride 5%, aluminum sulfate 5%, lime 5% and polymer anicónico 1%. Redesign of the plant chose through calculations of engineering, for the wash water be used a ventilation system with a flow of air of 32.137 m³/ min air, for the stage of liming a sedimenter tank with a volume of 4,07m³, surface of 1,14m², with a diameter of 1.20m, radius of 0.60m, retention time of 2.06 h and a stirrer with a 1 HP power. The percentages of efficiency of removal of the parameters outside of standard are COD 94.31% and BOD5 96.83%. The implementation of new processes to improve the quality of the water, so recommended to the tannery Quisapincha implementation of the study in order to discharging waste water that is within the allowable limits in the UTSLME.

Key words: Redesign of the plant of the treatment, wastewater, Discharge, sewerage, Quisapincha, Parish Ambato, Canton Tungurahua, The Unified Text of the Secondary Legislation of the Ministry of Environment UTSLME

INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia muy importante y la más abundante en la tierra es el mayor recurso que ocupa el ser humano para poder vivir, el agua es llevada a diferentes actividades que realiza el hombre ya sea domésticas e industriales.

En la industria el agua es utilizada en diferentes procesos, una de las industrias importantes en la zona centro del país, es la industria de la curtiembre, que requiere de importantes cantidades de este recurso.

La Curtiembre Quisapincha es una industria pionera del cuero en la ciudad de Ambato su propietario es un ejemplar emprendedor Don Elías Camacho en cuya curtiembre se procesa más de 2000 pieles al mes, 50% es utilizado para la fabricación de artículos de cuero como zapatos, chompas, carteras y el porcentaje restante del cuero está destinado a la exportación a los Estados Unidos, España y Chile. Esta industria genera una importante cantidad de empleos directos e indirectos en esta zona del país.

La industria de la curtiembre el fin es el convertir pieles animales en un material llamado cuero, llevando a cabo tres procesos importantes Rivera, Curtido, Acabado, en cada una de las etapas las pieles son sometidas a gran cantidad de productos químicos, esto en fulones de madera. La obtención de cuero trae como consecuencia la contaminación ambiental por el uso de sus productos químicos generando efluentes contaminantes debido a la concentración elevada de sulfuros y cromo en las aguas residuales, que al ser descargado a la alcantarilla sin un previo tratamiento genera malos olores y provoca un descontento a los habitantes.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Ambato busca que las industrias de curtiembres cumplan con las normas de descarga de los efluentes de acuerdo a los parámetros establecidos por el TULSMA, libro VI, Tabla 9. En este sentido, la empresa busca mejorar la calidad del agua que va ser descargada al alcantarillado, para ello ha consentido en el apoyo a la presente investigación que establecerá el rediseño de la planta para potenciar el tratamiento de los efluentes y así cumplir con la normativa ambiental.

ANTECEDENTES

Quisapincha se encuentra situada al suroccidente de la provincia de Tungurahua a 13 Km. desde el centro de la ciudad de Ambato, está a 3100 metros sobre el nivel del mar.

La empresa “CURTIEMBRE QUISAPINCHA” se dedica a la curtición de piel de ganado bovino obteniendo de éstos la materia prima. La empresa funciona desde hace aproximadamente 15 años, con la iniciativa del Sr. Elías Camacho y su esposa que inicio como zapatero, por la falta de materia prima tuvo la necesidad de crear su propia curtiembre, comenzó como empresa en el año 1997, durante algún un tiempo la empresa realizó su actividad comercial de producción y comercialización de cuero en la Curtiembre Serrano, que arrendó durante dos años, ya que la empresa no poseía instalaciones propias, factor que hizo que el Gerente-Propietario Sr. Elías Camacho considere la necesidad de tener sus propias instalaciones para el desarrollo de su actividad, por lo que inicio la construcción de la infraestructura de la misma en la parroquia Quisapincha ubicada en el cantón Ambato.

En el 2004 la empresa se trasladó a sus nuevas instalaciones y sigue desarrollando su actividad en dicho sector, además de ello es necesario recalcar que es la única empresa que presta servicios especiales de trabajo en cuero, ofreciendo una gama de texturas y tipos de cuero.

La Curtiembre Quisapincha procesa más de 2000 pieles, la mitad de ellas utiliza para su trabajo en la elaboración de zapatos, chompas, carteras, el resto del cuero es exportado a los Estados Unidos, España y Chile. La obtención de cuero requiere gran cantidad de agua e insumos químicos para su proceso en sus etapas de pelambre, curtido y ribera donde existe gran contaminación del agua, como componentes principales de estos efluentes residuales son los sólidos suspendidos, materia orgánica, grasas, carne, pelo, estos sólidos de carácter orgánico son los responsables de un alto contenido de DQO y DBO₅.

JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Tungurahua existe gran cantidad de industrias de curtiembres donde generan aguas residuales las mismas que son descargadas a la alcantarilla y llega al cauces del río, por esta por esta razón los gobiernos descentralizados municipales busca disminuir la contaminación provocada por las industrias de curtiembres.

La cantidad de aguas residuales generadas por las curtiembres requiere un estudio que busca determinar posibles soluciones y que esta pueda disminuir los límites de contaminación el agua residual para ser vertidas en su cauce natural sin afectar el medio.

La industria de la Curtiembre es una de las más contaminantes en la cual se debe invertir considerables sumas de dinero para tratar sus efluentes para así cumplir con los parámetros ambientales y evitar sanciones de tipo económico o jurídico bien establecidas. No obstante, la actividad industrial ha comenzado a ser regulada con mayor énfasis desde el establecimiento de Legislación Ambiental importante como lo es el “Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente” que en el Anexo I del Libro VI en la Tabla 9 de Calidad Ambiental estipula los parámetros de descarga de efluentes al alcantarillado. En la Tabla 9 se recogen los principales parámetros a ser considerados durante esta investigación y la norma de descarga según la legislación ambiental vigente para el alcantarillado público.

Por esta razón se requiere el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Curtiembre Quisapincha para poder disminuir los costos elevados en la utilización de químicos y cumplir con los parámetros establecidos para que el agua sea vertida a la alcantarilla sin causar mayor impacto.

OBJETIVOS

Objetivo General

Rediseñar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Curtiembre Quisapincha, Provincia de Tungurahua.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Realizar la caracterización físico-química del agua residual de la planta de tratamiento en base a los límites de descarga del TULSMA LIBRO VI-ANEXO 1-TABLA 9.
- Identificar los parámetros que se encuentra fuera de norma de acuerdo al TULSMA LIBRO VI-ANEXO 1-TABLA 9.
- Determinar las variables de proceso para el rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el rediseño de la planta
- Establecer alternativas de las pruebas de tratabilidad más adecuadas para el buen funcionamiento de la planta.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Aguas Residuales Industriales

Son las que provienen de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje.

Los tipos de contaminantes (minerales, orgánicas, térmicos por las aguas de refrigeración). Estas aguas se vierten a ríos y mares tras una depuración parcial.

Las industrias se clasifican en cinco grupos según sus vertidos:

- **La Industria Azucarera:** Presenta efectos contaminantes sobre el agua derivados de su elevado consumo energético, sus descargas de alta temperatura y gran contenido de materia orgánica (bagazo, cachaza y vinazas). Además, contribuye a la contaminación del aire por la utilización de combustóleo y bagazo, careciendo totalmente de equipos de control de emisiones.
- **La Industria Minero-Cuprífera:** Presenta efectos contaminantes del agua por descargas ácidas, de metales, cianuros de sodio, materiales reactivos, aceites lubricantes usados y sólidos suspendidos, y del aire por partículas de polvo derivadas de sus procesos.
- **La Industria Siderúrgica:** Afecta al agua con descargas ácidas y amoniacales; al aire con polvos, gases y humos provenientes del carbón y gas natural en procesos de combustión ineficientes.
- **La Industria del Cuero:** Genera residuos de “descarne”, “raspa”, polvo de piel cromada y recorte; además, contamina el agua con sales, cromo, materia orgánica, grasas, taninos vegetales y sintéticos, y el aire con polvos, gases y humos.

- **La Industria de Celulosa y Papel:** Contamina el agua con materia orgánica y sustancias químicas cloradas y el aire por procesos de combustión.(revista ambientum, 2002, Pp. 22)

1.1.1. Curtiembre

Una curtiembre es el lugar donde se realiza el curtido, el procesamiento de pieles de animales en cuero. Desde la prehistoria la piel era preparada de manera primitiva que eran usadas como prendas de vestir, desde un inicio la piel era secada, las pieles en bruto mediante el humo era una manera como se podía conservarlas y no entre en un proceso de putrefacción. Mientras transcurría el tiempo el hombre fue aprendiendo a conocer el efecto curtiente de algunas cortezas y madera, en ese tiempo el hombre utilizaba como colorantes vegetales y animales, los colorantes vegetales juegan un papel importante en la actualidad, aunque muy pequeña en la tintura del cuero. Con el tiempo se fue encontrado tinturas para el cuero, que es el proceso que suelen realizar con colorantes de anilina.

El curtido de pieles es nuestro país es el tercer eslabón productivo del cuero, iniciando con el faenamiento de animales tales como bovinos, ovinos, caprinos, son llevados al procesamiento y obtención del cuero, para la elaboración de artículos de cuero en sus diferentes diseños.

En la provincia de Tungurahua, cantón Ambato donde se encuentra concentrada la mayoría de curtiembres que son dedicados a la transformación de cuero, y la producción de artículos para el consumo humano, en la provincia de Tungurahua existe empresas que se dedican en su mayor parte en producción de calzado. En la ciudad de Ambato se encuentran alrededor de 1500 talleres de manufactura artesanal de calzado con productos de buena calidad; ubicadas en parroquias rurales del cantón Ambato como Ambatillo, Quisapincha, Atahualpa, Huachi, Izamba, Martínez, Picaihua, Cevallos y Totoras. En el país también existe curtiembres que se encuentran ubicadas en la provincia de Pichincha, Azuay, Cotopaxi.

Las industrias de curtiembres utilizan gran cantidad de agua en sus etapas de producción principalmente en la etapa de ribera y curtido. Además grandes cantidades de reactivos químicos como el Cloruro de Sodio, Sulfuro de Sodio, Cal, Sales de Cromo y Solventes. Por otro lado, la producción de cuero genera una gran cantidad de residuos sólidos, el cuero curtido con sales de cromo trivalente (recortes de cuero y virutas) requiere de un buen tratamiento ya que tiene una gran toxicidad que puede producir cáncer en los humanos y los animales.

1.1.2. Curtiembre Quisapincha

La curtiembre Quisapincha empezó como una empresa pequeña ahora en la actualidad ha crecido en gran medida, es una empresa dedicada a la curtición de piel de ganado vacuno, equino, caprino y ovino obteniendo el cuero para, vestimenta, calzado, tapicería de vehículos, la misma que es utilizada para la fabricación de artículos de cuero (carteras, chompas, coreas, etc.) contando con personal altamente capacitado, con la experiencia alcanzada con los años de trabajo.

La adquisición de la materia prima se obtiene de las diferentes provincias de: Bolívar, Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, quienes proporcionan las diferentes calidades de cuero.

a) Materia Primas

➤ Piel

Las pieles son de ganado vacuno, ovino y caprino que son adquiridos de los camales nacionales.

➤ Productos Químicos

La mayoría de los productos químicos son importados muy pocos son nacionales los diferentes químicos que se utilizan en los procesos de curtición.

b) Servicios Básicos

La empresa dispone de todos los servicios básicos como: agua, energía eléctrica y vías de acceso, etc.

c) Consumo de Agua para el Proceso de Cuero

El agua una de las materias primas más importantes del proceso de obtención de cuero ya que es utilizada desde que empieza hasta que termina el proceso, en diferentes porcentajes de acuerdo como se quiera obtener el cuero.

1.2. Proceso de Obtención de Cuero de la Curtiembre Quisapincha

La empresa “Curtiembre Quisapincha” para la transformación y fabricación de sus productos sigue una serie de procesos, utilizando pieles de animales de ganado vacuno, equino y porcino, saladas y frescas, sin embargo, la transformación de cuero lleva varias etapas: tiene la etapa de ribera, curtido, acabado.

1.2.1. Etapas del Proceso

Es la preparación y acondicionamiento de las pieles, provenientes de los saladeros, sometidos a varias etapas para dar a las pieles un adecuado grado de humedad e hinchamiento para penetración de los insumos químicos.

d) Recepción de Pieles

La piel, al llegar a la curtiembre son almacenadas en diferentes montones de acuerdo al proveedor para ser clasificadas tomando en cuenta: tamaño, presencia de garrapatas, cortes, tupe y cicatrices, luego de ello son transportados al saladero de la curtiembre para ser colocadas Cloruro de sodio. Después las pieles saladas se pesan para elaborar la fórmula a usarse en su proceso.

e) Lavado y Remojo

Es el primer proceso a seguir, donde las pieles son cargadas a los fulones o bombos y se lo somete a un lavado para retirar la suciedad sangre, estiércol, sal y microorganismos que se encuentran incrustadas a las pieles y restaurar el contenido de la humedad de la piel, además de remover distintas impurezas adheridas en la misma. Se caracteriza por el alto consumo de agua que se encuentra entre 200 y 400 % en peso de agua por cada lavado.

f) Pelambre

En este proceso las pieles son cortadas y pesadas y colocadas en los bombos pasan por un baño con una solución de sulfuro de sodio y cal durante un período de movimiento de 16 a 18 horas y reposo por un día. Este proceso se lleva a cabo para hinchamiento de la epidermis y así retirar el pelo de la piel de los vacunos. Es un proceso que requiere un volumen de agua de 30% a 400% para asegurar la remoción de materia orgánica.

g) Descarnar

Una vez terminado el proceso de pelambre, las pieles son retiradas de los bombos, para retirar restos de músculos, grasas y epidermis generando el cebo como residuo, para ello la piel pasan por una maquina descarnadora, estos residuos son almacenados en un esquina en el interior de la planta, y son retirados una vez por semana, obteniendo como 2 toneladas por mes de residuo de grasas que son retirados de los cueros. Después retirando de forma manual los bordes de la piel y son seleccionadas dependiendo del artículo final que se desee obtener.

h) Dividido

Después del proceso de descencalado, se procede con el dividido de las pieles. Cuyo proceso fundamenta en dividir en dos capas de piel, y especificar el calibre o grosor estimado de la misma; siendo este la capa superior, la cual se usa para todo tipo de cuero de vestimenta, calzado, tapicería de autos y muebles, y la capa inferior dependiendo de su tratamiento es también descarne o carnaza, la misma que es utilizada para el gamuzón y para el proceso de la gelatina.

i) Piquelado

En este proceso es el precurtido de las pieles se utiliza para preparar el curtido de las mismas, para lo cual se usa cloruro de sodio (sal), formiato de sodio y ácido sulfúrico, en algunas ocasiones acompañado de un humectante y bactericidas.

j) Curtido

Esta etapa convierte la piel en un material durable y resistente a la putrefacción. El curtido se desarrolla por una reacción entre el colágeno de la piel y el cromo III, para ello se emplea unas soluciones de sulfato básico de cromo y formiato de sodio para mantener el medio ácido. Es el proceso donde se agrega del y se utiliza como un 200% de agua de agua dependiendo el peso del cuero.

k) Recurtido

En este proceso se usa el formiato de sodio y cromo III se utiliza 500% de agua en peso.

l) Raspado

Es el proceso que especifica con exactitud el calibre o grosor de la piel dependiendo del producto a elaborar, tal proceso se realiza mediante el pulido de la piel húmeda a través de la maquina raspadora.

m) Teñido

En este proceso y dependiendo del color que se quiera obtener se añade anilinas para la pigmentación de la piel. La cantidad de agua que se usa es 100% dependiendo el peso del cuero a teñir.

n) Engrasado

Es el proceso donde dependiendo de la finalidad de cuero se usa grasas importadas, ya sea para la elaboración de cuero de: calzado o vestimenta adicional en ambos casos se añade ácido fórmico.

o) Acabado

Este es el último proceso se usa ligantes, pinturas y penetrantes que consisten en el proceso de pintado; y para s brillo se acondiciona tiñer y lacas. Estos proceso tales como (Recurtido, Teñido, Engrasado, Acabado) proporcionan las características deseadas del cuero según su uso final garantizando un producto de excelente calidad antes de ser distribuida al consumidor.

Tabla 1-1. Insumos Químicos Utilizados por Procesos

Procesos	Insumos
Lavado y Remojo	AGUA
	HUMECTOL RAPID
	BAC DT
	SAL
	RIVERSAL LA
	CARBONATO
	PARADENE A2
Pelambre	AGUA
	CAL
	TRUPONAT RK
	RIVERSAL LA
	SULFURO
	ANDER ALOX- WQ
Curtido	AGUA
	SULFATO DE AMONIO
	METABISULFITO
	CUIREXPON 3F

	SAL
	SULFATO BASICO DE CROMO
	ACIDO FORMICO
	TRUPOTAN OM
	ACIDO SULFURICO
	PARADENE 2ª
	ESKATAN GLH
Pos-Curtido, Teñido	AGUA
	ACIDO FORMICO
	SULFATO BASICO DE CROMO
	CUIREXCO G2
	FORMIATO DE SODIO
	TANIGAN PAK
	FORESTAN DES
	RETINGAN R7-A
	MIMOSA
	QUEBRANCHO
	ANILINA YB
	ANILINA GST
	ANILINA T EXTRA
	TRUPOSYL TBD
	TRUPOSOL SAM
	TRUPOTAM DXA
	TRUPOTAN PMB
	TRUPOTAN PR

Fuente: Datos de la Curtiembre Quisapincha

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Durante la cadena de producción de la Curtiembre Quisapincha, cada proceso requiere de cantidades elevadas de agua teniendo en cuenta que en la etapa de lavado se duplica en consumo de agua ya que requiere de dos o tres lavados con el mismo volumen de agua y los químicos utilizados, de la misma manera para la etapa de pelambre, curtido y teñido se sigue agregando agua de acuerdo a la formula preparada en la empresa, debemos tomar en cuenta que el volumen del agua depende de la cantidad (Kg) de cuero.

Tabla 2-1. Consumo de agua para un proceso de curtición

Peso del cuero (Kg)	Consumo	Consumo de agua	Consumo de agua por cada proceso (%)
	Proceso	$\frac{m^3 de agua}{kg de piel}$	
2172	LAVADO- REMOJO	3,255	150
2155	PELAMBRE	2,179	101
1560	CURTIDO	1,395	90
650	TEÑIDO	0,69	106

Fuente: Datos de Curtiembre Quisapincha

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En la siguiente figura 1-1. Se va determinar el proceso productivo de la Curtiembre Quisapincha con los químicos utilizados en cada una de las etapas.

PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “CURTIEMBRE QUISAPINCHA”

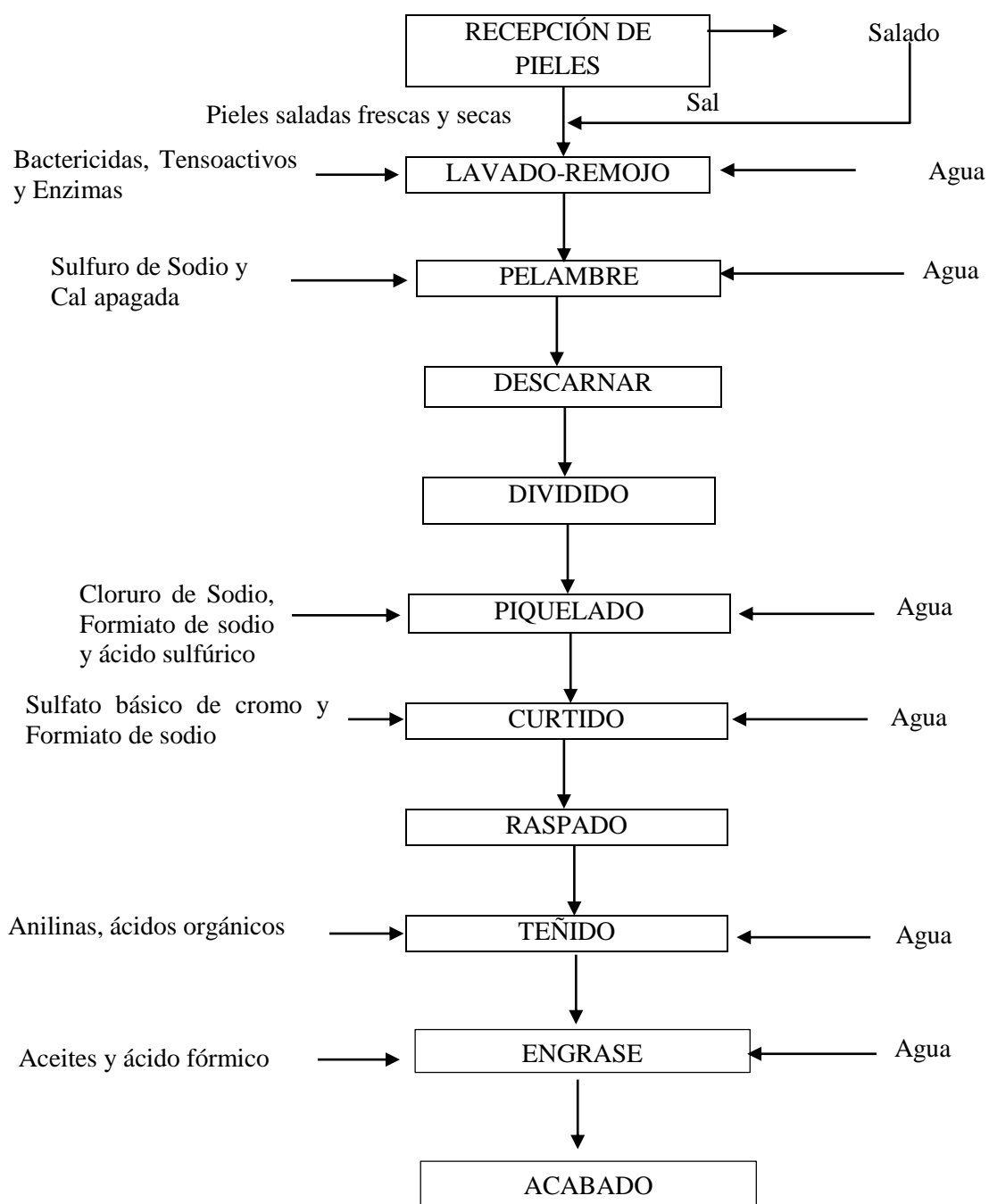


Figura 1-1. Diagrama de flujo de los procesos de la Curtiembre Quisapincha

Fuente: Curtiembre Quisapincha

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

1.2.2. Generación de Residuos por Operación, Procesos y los Aspectos Ambientales en las Curtiembres

Los desechos de la curtiembre contienen un número significativo ya sea en la materia prima, proceso y producto final. Los materiales que pueden aparecer en los desechos de curtiembre son: pelo, pedazos de piel y carne, sangre, estiércol, sales, sal común, sales de cromo y sulfuros entre otros.

Los residuos, al descargarse se presenta en estado gaseoso, líquido, o sólido. Los desechos líquidos son los de mayores contaminantes. Mientras que los dos estados gaseosos y sólidos son importantes en ciertas operaciones individuales y se deben considerar para su disposición.

Las operaciones y procesos de mayor importancia por la generación son:

a) Recepción de piles

Cuando la piel animal llega a la empresa, se procede al recorte de partes correspondientes al cuello, la cola y las extremidades. En el caso de pieles de ovino se recorta la lana. El resto de la piel que se desechan contiene carnazas, grasas, sangre y extremidades, que aportan la carga orgánica en los residuos de curtiembres.

b) Lavado y Remojo

Durante esta operación se emplean grandes volúmenes de agua que consigo lleva tierra cloruros y materia orgánica, así como sangre y estiércol. Entre los compuestos químicos que se utilizan es agentes tensoactivos y las preparaciones enzimáticas.

c) Pelambre

Es el proceso que ocupa el mayor volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica. Además de la presencia de sulfuro y cal, mantienen un pH de 11 a 12.

d) Descarnar

Es una operación mecánica que elimina las carnazas y grasas unidas a la piel en estado de tripas, estos residuos presentan gran porcentaje de humedad.

e) Dividido

Residuo generado para el procesamiento de gelatina.

f) Piquelado

Emplean cloruro de sodio que protege la piel de la acción posterior de los ácidos que bajan el pH a niveles de 2,5 a 3. Generando contaminantes en gran cantidad tales como cloruro de sodio, Demanda Química de oxígeno y Sólidos Suspendidos.

g) Curtido

Es el proceso donde se utiliza agentes minerales o vegetales, siendo en este caso las sales de cromo las más utilizadas generando efluentes que pueden alcanzar niveles tóxicos, teniendo un pH bajo potencialmente contaminantes, pero los curtidos minerales se utiliza diferentes tipos de sales de cromo trivalente ($\text{Cr}+3$) en varias proporciones generando así el cromo VI.

h) Raspado

Operación mecánica que forma uniforme el grosor del cuero y produce un aserrín que puede contener $\text{Cr}+3$ en aquellos cueros que han tenido un curtido mineral representa la mayor generación de residuos sólidos con alto contenido de humedad.

i) Teñido

En este proceso se emplea tintes con base de anilina para dar el color a los cueros, estas aguas contienen una temperatura elevada y color.

j) Acabado

Esta operación que permite un aspecto uniforme al cuero genera restos de cuero terminado este aporta la carga orgánica que contienen los residuos de curtiembre y $\text{Cr}+3$ cuando el curtido ha sido al cromo.

GENERACIÓN DE RESIDUOS DE LA EMPRESA “CURTIEMBRE QUISAPINCHA”

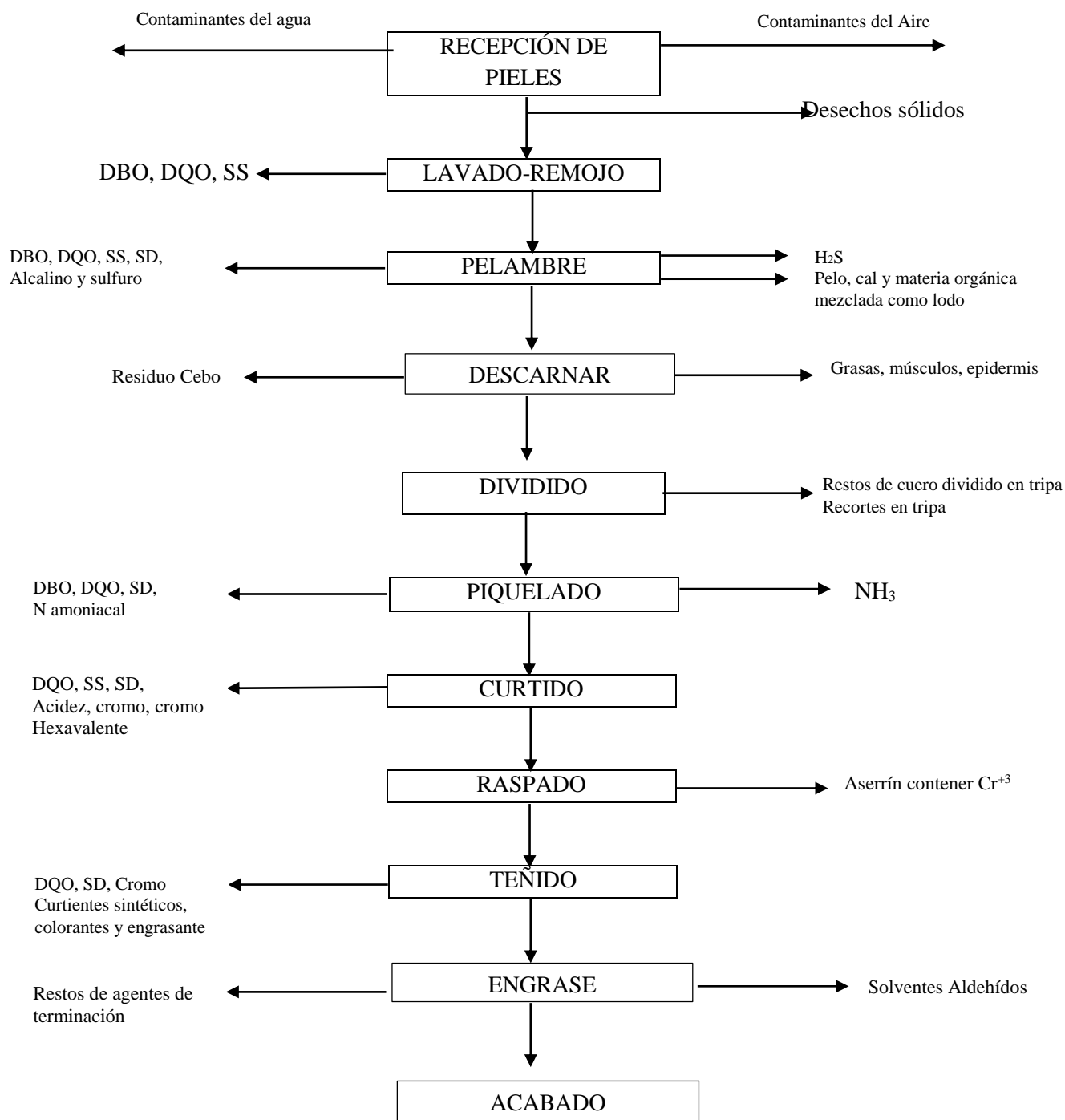


Figura 2-1. Diagrama de flujo de la Generación de Residuos de la Curtiembre Quisapincha

Fuente: Curtiembre Quisapincha

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

1.2.3. Principales Parámetros utilizados en la Caracterización de las Aguas Residuales en la Industria de Curtiembre

En el Cantón Ambato se realizó una normativa ambiental local obligando a las curtiembres a realizar el análisis físico químico de las descargas de agua del proceso de cuero al medio ambiente. Las normativas planteadas son 15 parámetros a medir son: pH, sólidos sedimentables, sulfatos, temperatura, materia flotante, cromo hexavalente, DBO, DQO, sólidos suspendidos, sulfuros, aceites y grasas, turbiedad. Con la normativa ambiental de la ciudad de Ambato el resultado de medición debe ser comparado con los parámetros del TULSMA, libro VI, Anexo I, Tabla 9 pues la Curtiembre Quisapincha descarga las aguas residuales en el sistema de alcantarillado.

a) Potencial Hidrógeno (pH)

El potencial de hidrogeno es la medida de la concentración del ion hidrógeno en el agua. En el proceso de curtido el pH varía, en la etapa de ribera por el sulfuro y la cal los pH de los efluentes están entre 11 a 12, bajando drásticamente a un pH ácido en la etapa de curtido que oscila entre 3,6 - 3,9 dependiendo del producto que se utilice. La variación de pH afecta a la vida acuática.

b) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno que necesita los microorganismos para la degradación de la materia orgánica biodegradable en presencia de aire la incubación se realiza durante cinco días. En el agua residual la presencia de los diferentes constituyentes orgánicos de la piel como las grasas, proteínas, sangre, pelo los cuales incrementan considerablemente la carga de DBO5. (Romero Rojas. J., Tratamiento de aguas residuales., 2002, Pp. 38)

c) Demanda Química De Oxígeno (DQO)

En la etapa de lavado tanto para pelambre como para el curtido se utilizan humectantes y tensoactivos, los cuales aumentan la presencia de DQO en los efluentes, también lo hacen los ésteres o ácidos orgánicos débiles usados usualmente en el descencalado.

Demanda química de oxígeno es un parámetro utilizado para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte en un medio ácido y a alta temperatura. La DQO es útil como parámetro

de concentración orgánica en aguas residuales industriales o municipales tóxicas a la vida biológica. (Romero. Tratamiento de aguas residuales., 2002: pg. 54)

d) Cromo Hexavalente

El cromo al ser utilizado en las curtiembres es el cromo trivalente en forma de sales minerales. Al ser utilizado en el proceso de curtido de las pieles el cromo trivalente se oxida a cromo hexavalente el cual tiene una alta toxicidad y puede producir cáncer en los seres humanos y animales.

e) Sólidos Suspendidos Totales

Es un parámetro que mide los sólidos que son retenidos en un filtro estándar de fibra de vidrio. Los sólidos suspendidos están formados por partículas que se encuentra en las aguas de proceso en una planta industrial de curtiembres. Estos sólidos no se sedimentan por gravedad cuando el agua está en reposo.

f) Sólidos Sedimentables

Los sólidos sedimentables son una medida del volumen de sólidos asentados al fondo de un cono Imhoff, en un período de una hora, y representan la cantidad de lodo removible por sedimentación simple, se expresan en mililitros por litro. (Romero, J. Tratamiento de aguas residuales., 2002., Pp. 68)

g) Sólidos Totales

Es la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a una temperatura de 103°C y 105°C.

h) Alcalinidad

Es propia del baño de pelambre es un elemento de contaminación por su alto valor de pH, debe ser neutralizada antes de la descarga.

i) Tensoactivos

Son ampliamente usados en etapa de ribera, como humectantes y como agentes de limpieza de los cueros.

j) Temperatura

La temperatura es un parámetro que afecta a las demás características del agua residual, las características del tratamiento y su disposición final y puede variar según la población del agua residual. En zonas de temperaturas frías se encuentra de 15° a 20° C. La temperatura afecta a la vida acuática, cambia la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial. La temperatura óptima para el tratamiento del agua es de 25 °C a 35 °C.

k) Sulfuros

En la etapa de pelambre se utiliza sulfuro de sodio para la eliminación del pelo de las pieles, en medio de ácido desprende ácido sulfhídrico generando un olor desagradable similar al huevo podrido, los sulfuros en altas concentraciones son muy toxicas, teniendo un elevado poder corrosivo en las tuberías.

l) Sulfatos

Este es un ión común en las aguas residuales derivados de curtiembres en la etapa de ribera y curtido se añade sulfatos de amonio a la piel para facilitar la remoción del calcio de la piel. Este parámetro en condiciones anaerobias origina problemas de mal olor y corrosión en alcantarillas.

m) Grasas y Aceites

En la etapa de pelambre se da la saponificación de las grasas por el sulfuro de sodio, siendo eliminados en los efluentes líquidos y aumentando la materia orgánica; en el desencalado sus efluentes contienen restos de grasas. Las grasas y aceites se presentan en forma de materia flotante y generan un desagradable mal olor.

n) Cloruros

Los cloruros se encuentran en los efluentes por el uso de sal para la conservación de las pieles para evitar su descomposición. Los cloruros son muy estables y persisten en las aguas residuales inclusive después de ser tratada, pueden ocasionar problemas en el crecimiento de plantas y acuífero, en elevadas concentraciones produce rupturas en la estructura celular.

o) Turbiedad

Es como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es un parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas al medio.

1.3. Tratamiento de las Aguas Residuales en la Industria de Curtiembre

El tratamiento de las aguas residuales, se trata las aguas ácidas y básicas por separado en este caso las aguas básicas provenientes del remojo, pelambre, lavados y desenlacado contienen sulfuros y cal, estos contaminantes al mezclarse con aguas ácidas generaran sulfuro de hidrógeno, gas que es tóxico en altas concentraciones que afecta a medio provocando los malos olores.

El lugar final de vertido del agua residual es a la red de alcantarillado público tomando en cuenta los límites máximos de vertidos permitidos son los establecidos en las ordenanzas municipales.

Las etapas del tratamiento de las aguas residuales se inician con procesos preliminares de tratamiento, seguidos de técnicas de tratamiento primarias y secundarias (es decir, biológicas) y concluyen con métodos avanzados de tratamiento.

Entre estos tratamientos tenemos los siguientes:

- Tratamiento Preliminar o Pretratamiento.
- Tratamiento Primario o físico –químico.
- Tratamiento de los fangos generados en la depuración de las aguas residuales de la curtiembre.

1.3.1. Tratamiento Preliminar

El tratamiento preliminar se emplea para todas los efluentes generado de la empresa con la finalidad disminuir la carga contaminante que será tratada posteriormente y removiendo todos los residuos de mayor grosor que pueda obstaculizar los siguientes tratamientos.

El pretratamiento es muy importante para evitar que existan obstrucciones en las bombas, válvulas, cañerías. etc., de deterioros y otros problemas que se puede presentar.

a) Desbaste

Es la operación de tamizado o separación física de materias sólidas arrastradas o en suspensión en el vertido. El tamaño de estas materias oscila entre el de piezas grandes hasta partículas coloidales. Se divide en tres tipos principales:

- Fino con separaciones de 3 a 10 mm en los elementos del tamiz.
- Medio, con separaciones de 10 a 25 mm.
- Grande, con separaciones de 50 a 100 mm.

➤ Rejillas

Consiste en la separación de sólidos gruesos y finos. Las rejillas nos ayudan en la retención de trapos, retazos de carnaza, pelos, etc.

La técnica de limpieza, las rejillas se clasifican como de limpieza manual o mecánica. Las rejas de limpieza manual se usan con bastante frecuencia en plantas de tratamiento pequeñas; los sólidos removidos por las rejillas se colocan sobre una bandeja perforada para su deshidratación.

➤ Tamices

Es filtración sobre soporte delgado, teniendo como objetivos los mismos que se pretenden con el desbaste, es decir, la eliminación de materia que por su tamaño entre ellos pelos semihidrolizados y virutas de piel, ambos tienen una gran superficie específica, que decantan con dificultad dando un elevado valor en DQO.

Tabla 3-1. Información típica para el proyecto de rejillas de barras de limpieza manual y mecánica.

Características	Limpieza manual	Limpieza mecánica
Tamaño de la barra		
Anchura, mm	5-15	5-15
Profundidad, mm	25-37.5	25-37.5
Separación entre barras, mm	25-50	15-75
Pendiente en relación a la vertical, grados	25-50	50-82.5
Velocidad de aproximación, m/s	150	150
Pérdida de carga admisible, mm	150	150

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales., (Metcalf & Eddy, 1995., Pp. 510)

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

1.3.2. Tratamiento Primario

El tratamiento primario consiste de procesos fisicoquímicos que buscan la separación y remoción de sólidos suspendidos, decantables o flotantes, aceites y grasas, parte de la carga orgánica, sulfuro y cromo. La sedimentación simple y la coagulación/sedimentación pueden utilizarse para separar los contaminantes precipitados del efluente tratado.

1.3.2.1. Homogeneización

Es la operación de mezclado del residuo líquido para conseguir una mezcla uniforme. El caudal de los vertidos de una curtiembre es irregular a lo largo del día lo que puede afectar la operación de la planta de tratamiento ya el proceso de obtención de cuero se realiza en los diferentes horarios donde el agua es descargada al terminar el proceso. Para un buen funcionamiento de ella son necesarias dos condiciones; caudal de trabajo constante y composición química regular.

Esto se consigue mediante un buen depósito de homogeneización situado después del desbaste y antes de la depuración. Cuanto mayor sea el depósito y más eficiente la mezcla, más afinadamente conseguiremos las dos condiciones apuntadas.

El gran número de los fracasos que se producen en las depuradoras de vertidos industriales son debido a una insuficiente homogeneización. Es necesario nivelar no solamente los picos de pH y de componentes; sino también los de caudal. Por esta razón, la retención mínima no bajara de las 24 horas y mejor si llega a las 48. Los tiempos mayores de 24 horas aumentan los factores de ecualización de composición y caudal, no siendo necesario superar las 48 horas porque no hay mejoras sustanciales. Tiempos menores de 24 horas no

permiten homogeneidad química. Para que la mezcla sea completa hay que agitar continuamente el líquido y esto, además, ayuda a que no se produzcan sedimentaciones. Esta agitación la deben producir hélices sumergidas que crean corrientes de sentido horizontal. (Guía para el control de la contaminación industrial Curtiembres. Pp. ,35.)

El igualamiento tiene las siguientes ventajas: mejora la tratabilidad del agua residual, diluye sustancias inhibitoras, estabiliza el pH, mejora la eficiencia por lo tanto la calidad del efluente, con tratamiento químico hace más fácil la dosificación de los reactivos y mejora la confiabilidad y rendimiento del proceso. (ROMERO, J., Tratamiento de aguas residuales., 2002., Pp. 305)

➤ Mezcla

La mezcla es una operación unitaria es muy importancia en el diseño y operación de plantas de tratamiento de agua residual. La mezcla de tratamiento se realiza con objetivos ha: 1) la mezcla completa de aditivos químicos, 2) mezcla de fluidos en reactores y tanques de almacenamiento y 3) floculación.

- Agitadores de paletas

Se basan en una o más series de brazos instalados sobre un eje vertical, cada serie puede llevar dos, tres o más paletas, que entran en contacto con el líquido de manera frontal, se emplean frecuentemente por la facilidad con que se puede cambiar su longitud y número de paletas.

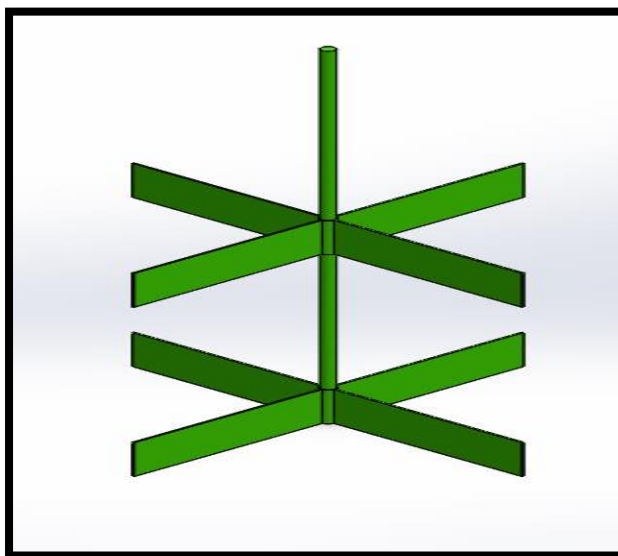


Figura 3-1. Agitador de Paletas

Fuente: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Eliminación de Sulfuros**

La primera reacción de neutralización y oxidación de sulfuros es mediante procesos de oxidación usando aire en exceso y un catalizador, más comúnmente óxido de manganeso o sales de magnesio (entre 20 y 100 ppm), tiempos de retención entre 3 y 4 h., la oxidación se realiza a pH 11, el sulfuro se halla en el efluente del pelambre y del lavado o bien, sobre el efluente previamente homogeneizado, lo que depende de la alternativa de tratamiento adoptada para eliminar que el sulfato se convierta en sulfuro y evitar que emana malos olores al medio.(Aguas Residuales de Curtiembres: Tratamiento Primario y Secundario Pp.115)

➤ **Aireación**

Es el proceso mediante el cual el agua se pone en contacto íntimo con el aire para modificar las concentraciones de sustancias volátiles en ellas. Su función principal, en el tratamiento de aguas residuales, consiste en facilitar oxígeno y mezcla en los procesos de tratamiento biológico aerobios (Romero Rojas. J., Tratamiento de aguas residuales., 2002. Pp. 375).

Los equipos de aireación utilizados para el tratamiento de aguas residuales son de tres tipos:

- Equipos de aireación difusa en el cual el aire, en forma de burbujas, es dispersado a través del tanque de aireación
- Sistemas de turbina en el que el aire se crea mediante agitación de paletas de turbina
- Sistemas de aireación superficial, los cuales airean el agua mediante la creación de turbulencia superficial por equipos con motores.

Los equipos de aireación difusa inyectan aire bajo presión utilizando compresores. El aire es distribuido en burbujas a través de tubos o conductos que se encuentran en el fondo del tanque de aireación. Las burbujas son distribuidas a través del tanque por tubos con orificios, medios porosos, fibra de vidrio torcida o materiales envueltos con sarán. Mientras el tamaño de la burbuja sea menor, la eficiencia del sistema de aireación es mayor.

Los sistemas de turbina y de aireación superficial pueden transmitir hasta 2 Kg de O_2 /Kw.h, sin embargo, las plantas pequeñas, las cuales requieren menor cantidad de oxígeno, pueden funcionar con sistemas de aireación difuso el cual es más económico.

Los difusores de aireación se utiliza en tanques con profundidades de 2,5.a 5,0 metros, ancho entre tres y nueve metros y una relación de ancho/ profundidad menor de dos para asegurar una mezcla apropiada. El consumo de aire oscila entre 0,075 y 1,12m³ de aire, por m³ de agua: el flujo de aire por unidad oscila entre 0,11 y 0.45 m³/min. En la Tabla 4 se incluye los principales factores que afectan la transferencia de oxígeno con difusores. (Romero Rojas. J., Tratamiento de aguas residuales., 2002. Pp. 389.)

Tabla 4-1. Factores que afectan la transferencia de oxígeno con difusores

Factor	Efecto sobre la transferencia de oxígeno
Tipo de difusor	Los difusores de burbuja fina tienen mayor transferencia de oxígeno que los de burbuja gruesa.
Densidad de difusores	Mayor número de difusores producen mayor transferencia de oxígeno
Sumergencia de los difusores	A mayor sumergencia, mayor transferencia de oxígeno.
Distribución de los difusores	Distribución en malla produce mayor transferencia que una colocación a lo largo de una pared o en el centro.
Edad del difusor	El envejecimiento de las membranas de un difusor puede disminuir la transferencia de oxígeno
Régimen de flujo	Flujo en pistón tiene mayor eficiencia de transferencia de oxígeno que tanques con dosificación escalonada.
Geometría del tanque	Tanques cuadrados tiene mayor variación de transferencia de oxígeno que tanques rectangulares.
Operación	
Tiempo de retención	A mayor tiempo de retención, mayor transferencia de oxígeno.
Nitrificación	Sistemas nitrificantes tienen mayor transferencia de oxígeno.
Relación A/M	El aumento de A/M disminuye la transferencia de oxígeno. En los de burbuja fina, a mayor flujo de aire menor transferencia de oxígeno. En otros difusores puede suceder lo contrario.
Flujo de aire por difusor	
SSLM	A mayor concentración de OD menor transferencia de oxígeno.
Deterioro del difusor	Los daños del difusor deterioran la transferencia de oxígeno.
Características del agua	
Temperatura	Un incremento en la temperatura aumenta la transferencia de oxígeno.
Detergentes	Los detergentes pueden disminuir la tasa de transferencia de oxígeno.

Fuente: Romero Rojas, J. 2002. Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño. Pp., 390

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

1.3.2.2. Decantación primaria

La decantación constituye un medio para separar sólidos de una fase líquida que resulta tanto más completa, cuanto mayor sea el tiempo de sedimentación. En los decantadores se hace fluir ascensionalmente el líquido a una velocidad inferior a la de sedimentación de las partículas que interesa eliminar, las cuales se depositan en forma de lodos. A través de la decantación primaria es posible rebajar los valores de DBO₅, DQO y materias en suspensión, sin necesidad de productos químicos ni de energía. . (Guía para el control de la contaminación industrial Curtiembres, Pp. 35)

1.3.2.3. Separación por flotación

Constituye una variante de extracción de sólidos suspendidos. En vez de sedimentarlos, se les hace ascender hasta la superficie. A tal fin, se prepara agua con aire disuelto a sobrepresión, que luego se mezcla con el efluente. Se produce a la vez la descompresión y se desprenden infinidad de burbujas que, al chocar con los flóculos, se pegan a ellos y, actuando de flotadores, los elevan hasta la superficie. Unas láminas que barren esta superficie acumulan estos lodos y los vierten a un canal receptor. La flotación es de gran utilidad cuando los flóculos, por ser ligeros, tienden a flotar en vez de sedimentar. Después de las operaciones iniciales, vienen las etapas de coagulación-floculación, sedimentación secundaria y finalmente, espesamiento y secado de lodos. (Guía para el control de la contaminación industrial Curtiembres, Pp. 36)

1.3.2.4. Coagulación, Floculación

Antes de la sedimentación se encuentra en el agua, además de las sustancias solubles, las materias finamente divididas y coloidales. Estas dos últimas son difícilmente sedimentables. Esto se debe al hecho de estar cargadas electrostáticamente con el mismo signo, con lo cual se repelen entre ellas manteniéndolas en movimiento constante, esto les impide sedimentar. Estas fuerzas electrostáticas de repulsión, vienen determinadas por el llamado potencial Z de tipo electrocinética. Para desestabilizar estas suspensiones hay que neutralizar el potencial Z mediante coagulantes tales como el sulfato de aluminio, sales de hierro y también las de cromo. Con esta desestabilización, las materias no disueltas y las coloidales se precipitan y, tras la decantación, el líquido queda clarificado. (Guía para el control de la contaminación industrial Curtiembres, Pp. 36)

En la Tabla 5 se encuentran los coagulantes y floculantes, recomendados para tratamiento de aguas residuales de curtiembres.

Tabla 5-1. Coagulante y Floculante

Compuesto	Efecto
Sulfato de aluminio	Coagulante
Sulfato férrico	Coagulante
Cloruro férrico	Coagulante
Polímero a base de sales de aluminio	Floculante
Polímero a base de sales de hierro	Floculante
Polímero aniónico	Floculante

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

1.3.2.5. Sedimentación Secundaria

Los abundantes lodos formados en la coagulación y floculación han de ser sedimentados en una nueva decantación. Si la dosificación de reactivos ha sido correcta el agua queda bien clarificada. Del fondo del decantador han de ser extraídos los lodos para su posterior espesamiento y secado. Acostumbran a tener un contenido de sólidos del 3 al 5% que corresponde a un 20.000-50.000 ppm de sólidos suspendidos. A este parámetro se le llama sequedad de los lodos. . (Guía para el control de la contaminación industrial Curtiembres, Pp. 36)

➤ Tipos de Tanque de Sedimentación Primaria

La mayor parte de las plantas de tratamiento de aguas residuales utilizan tanques de sedimentación de diseño regulado, rectangulares o circulares, con dispositivos mecánicos para la recolección y desalojo de lodos. El flujo horizontal prevalece en los sedimentadores horizontales, a diferencia del flujo radial que ocurre en sedimentadores circulares. Los sedimentadores rectangulares cuentan con barredores con cadena o puentes móviles para la recolección de lodos sedimentados.

- Tanques Rectangulares

Estos tipos de sedimentadores son construidos en zonas con poca disponibilidad de terreno, la remoción de lodos es más complicada por su geometría.

Las entradas del agua residual se encuentran en un extremo y están destinadas a minimizar la velocidad. Los diseños más comunes constan de pequeñas tuberías con eles hacia arriba, deflectores perforados, de modo que no queden atrapados los sólidos flotantes o sedimentables. “Las salidas en tanques rectangulares constan de vertederos localizados hacia el extremo de descarga del tanque, la relación longitud a ancho se encuentra normalmente en el rango de 4:1 con profundidades mínimas de 2m; el fondo

se inclina suavemente hacia el embudo de lodos para facilitar el drenaje del tanque.
(TERENCE, J., Ingeniería Ambiental., 1999., Pp. 424)

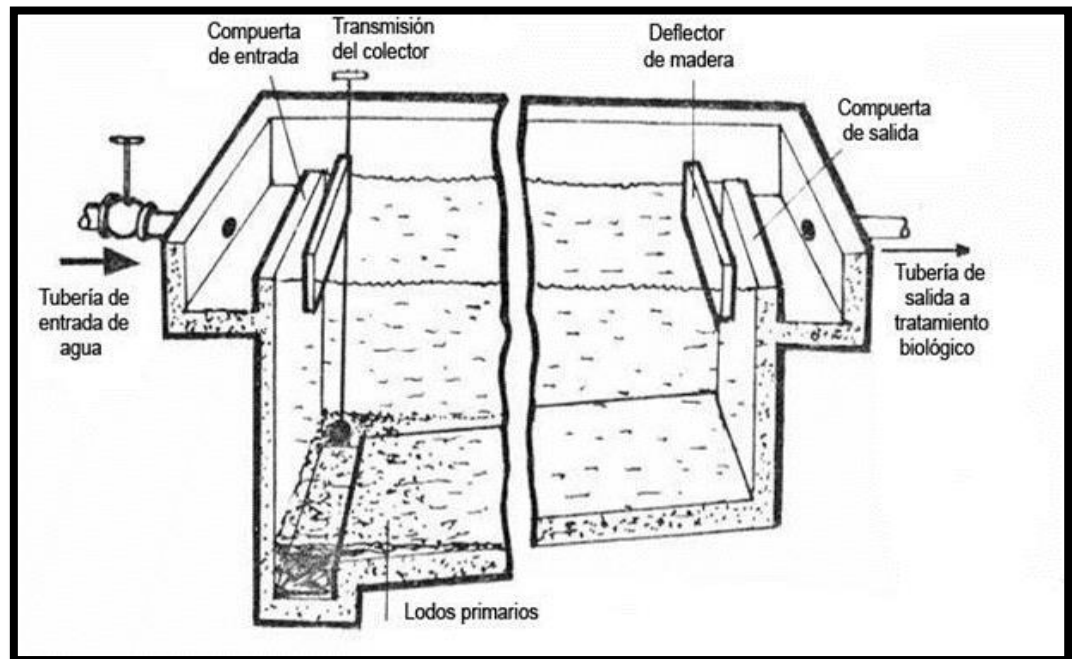


Figura 4-1. Tanque de sedimentación primaria rectangular

Fuente: HORAN., Tratamiento de Aguas Residuales., 2003

- Tanques Circulares

Son de uso común en plantas de tratamiento, ya que se puede lograr una buena remoción de lodos, el sistema de flujo es circular, para lo cual el agua residual se introduce por el centro o por la periferia del tanque.

Comúnmente se emplea unidades de “alimentación central en donde el agua residual es llevada por tubería al centro del tanque, luego el agua pasa por una campana circular para distribuir el flujo en todas las direcciones. La campana circular tiene un diámetro entre 15 0% del diámetro total del tanque y una profundidad entre 1 – 2,5 m. (METCALF & EDDY., Ingeniería de Aguas Residuales., 1995., Pp. 551)

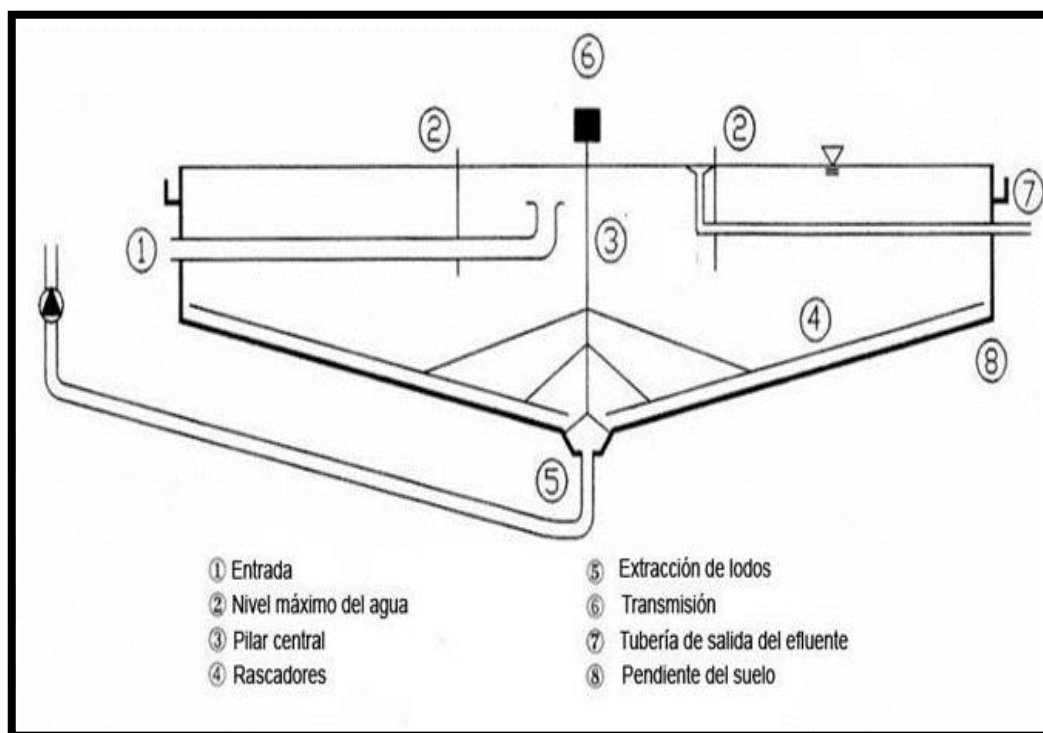


Figura 5-1. Tanque de sedimentación primaria circular

Fuente: HORAN., Tratamiento de Aguas Residuales., 2003

Tabla 6-1. Parámetros de diseño para sedimentadores rectangulares y circulares en el tratamiento primario

Tipo de tanque	Intervalo	Típico
Rectangular:		
Profundidad (m)	3-4,5	3,6
Longitud (m)	15-90	25-40
*Anchura (m)	3-25	5-10
Velocidad de los rascadores (m/min)	0,6-1,2	0,9
Circular:		
Profundidad (m)	3-4,5	3,6
Longitud (m)	3-60	12-45
Pendiente de la solera (mm/m)	6,25-16	8
Velocidad de los rascadores (r/min)	0,02 - 0,05	0,03

Fuente: METCALF & EDDY., Ingeniería de Aguas Residuales., 1995., Pp. 544

Tabla 7-1. Velocidades terminales a caudal máximo.

Decantación Primaria	Velocidad a Caudal Máximo		
	Valor Mínimo	Valor Típico	Valor Máximo
Decantadores circulares	2,0 m/h	2,5 m/h	3,0 m/h
Decantadores rectangulares	1,8 m/h	2,2 m/h	2,6 m/h

Fuente: URALITA

Tabla 8-1. Criterios de diseño para tanques de sedimentación primaria.

PARAMETRO	Intervalo	Valor Típico
Carga superficial, en m ³ / m ² día		
A Caudal medio	30 - 50	40
A caudal de punta	80 – 120	100
Carga sobre el vertedero m ³ / m d	125 – 500	250
Sedimentación primaria con adición del lodo activado en exceso		
Carga superficial, en m ³ / m ² día		
A Caudal medio	24-32	28
A caudal de punta	48-70	60
Carga sobre el vertedero m ³ / m d	125 – 500	250

Fuente: METCALF & EDDY., Ingeniería de Aguas Residuales., 1995., Pp. 544

Tabla 9-1. Tiempos de retención para sedimentadores

Decantación Primaria		Velocidad a Caudal Máximo	
	Valor Mínimo	Valor Típico	Valor Máximo
Tiempo de retención caudal medio	1,5 h	2,0 h	3,0 h
Tiempo de retención caudal máximo	1,0 h	1,5 h	2,0 h

Fuente: Manual de depuración Uralita., Pp. 96

1.3.2.6. Espesamiento y secado de los lodos

La cifra del 3 al 5% de sequedad es demasiado baja para que los lodos puedan ser vertidos. Hay que concentrarlos mediante una nueva sedimentación, previa una nueva adición de reactivos. Tras el espesamiento, la nueva sequedad queda del 8 al 15% aun no suficiente para ser vertidos. Las disposiciones legales exigen valores de sequedad superiores. Por añadidura cuánto más agua contiene más cuesta su transporte. El incremento de sólidos se consigue pasando los lodos espesados a la operación de secado. (Guía para el control de la contaminación industrial Curtiembres, Pp. 36)

La cual puede efectuarse mediante las siguientes cuatro modalidades principales:

- Filtración al vacío
- Centrifugación
- Filtración a presión
- Eras de secado

1.3.3. Tratamientos biológicos

Por métodos biológicos se entienden los basados en el fenómeno de la biodegradabilidad. Estos métodos pueden definirse como autodepuraciones intensivas. A simple vista, resulta sorprendente el que pueda depurarse algo con la siembra y cultivo intensivo de colonias de microorganismos muchos de los cuales pueden ser patógenos. En el tratamiento biológico se eliminan las materias orgánicas, coloidales disueltas, que son el alimento de los innumerables microorganismos que actúan en presencia de oxígeno. El carbono orgánico contaminante se transforma en parte en CO₂ por respiración de las bacterias y otra parte se emplea como alimento en el crecimiento de estos microorganismos. . (Guía para el control de la contaminación industrial Curtiembres, Pp. 36)

Los tratamientos biológicos se subdividen en tres grupos:

- Lodos activos
- Película biológica
- Lagunas

1.3.3.1. Lodos activos

El proceso de los lodos activados fue desarrollado en Inglaterra en 1914, por Andern y Lockett. Todos los procesos de lodos activados tienen en común el contacto de aguas residuales con el floc biológico previamente formado en un tanque aireación. El lodo activado es una masa floculante de microorganismos, materia orgánica muerta y materiales inorgánicos, tiene la propiedad de poseer una superficie altamente activa para la adsorción de materiales coloidales y suspendidos, al cual debe su nombre activado. (Romero Rojas. J., Tratamiento de aguas residuales., 2002. Pp. 441)

Los microorganismos son mezclados completamente con la materia orgánica presente en el agua residual utilizando como sustrato alimenticio. La agitación o mezcla se da por sopladores

sumergidos o medios mecánicos superficiales con la función de: introducir oxígeno al medio para que se amplíe el proceso y para producir una mezcla completa.

El tratamiento mediante lodos activados puede ser continuo o discontinuo, en el tratamiento continuo se utiliza un sistema conocido como laguna de aireación a flujo continuo, esta consta de dos paredes paralelas y dos paredes en forma de arco, en el centro se encuentra un muro que se distribuye a lo largo de la laguna, a cada lado de este muro se disponen los sistemas de aireación; con esta disposición el agua sigue una misma dirección durante todo el proceso (Comisión Nacional del Medio Ambiente-Región Metropolitana , 1999).

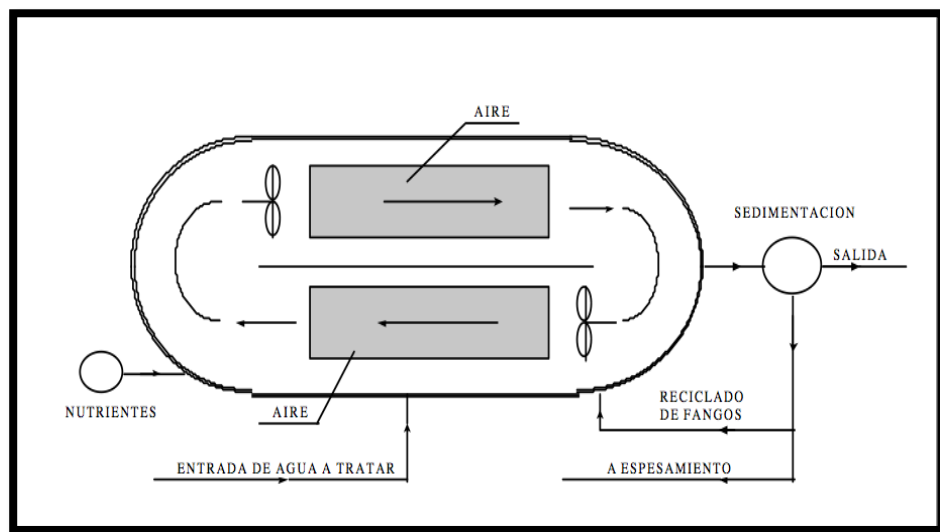


Figura 6-1. Laguna de aireación de flujo continuo

Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente-Región Metropolitana, 1999

1.4. Estado Actual de la Planta de Tratamiento de las aguas residuales de la Curtiembre Quisapincha

La planta de Tratamiento no cumple con el objetivo de mejorar la calidad del agua, ya que contiene altos niveles de químicos que son utilizados en el proceso de obtención de cuero y no son tratados en su totalidad y es descargada hacia la alcantarilla causando un deterioro del cuerpo receptor.

La PTAR opera de manera muy sencilla, empezando por las aguas de remojo al momento de terminar el proceso de lavado el agua cae de los bombos a la piscina junto al cuero, mientras que el cuero es retirada manualmente y el agua es enviada por medio de una rejillas, la primera rejilla retiene gran cantidad de sólidos de mayor tamaño, luego pasa por un canal donde llega a la maquina separadora de sólidos separando sólidos gruesos, medios y pequeños, el agua es

llevado por el canal hasta el tanque homogenizador TH1 estas aguas de remojo no son tratadas adecuadamente.

Las aguas de pelambre cumple el mismo proceso del remojo, donde el agua pasa de igual forma primero por medio de una rejilla donde se retiene los pelos y solidos de mayor tamaño realizando una limpieza manual y luego pasa por la maquina separadora de sólidos donde retiene la mayor cantidad de pelos de menor tamaño el agua sigue su curso por medio del canal llegando al tanque homogenizador TH2 que sirve también como aireador para homogenizar y oxidar, usando el aire comprimido; se adiciona sulfato de manganeso que sirve como catalizador para que los sulfuros pasen a sulfatos y no se convierta el ácido sulfhídrico que es un gas muy toxico que no puede ser emanado al medio. Si es necesario se adiciona peróxido de hidrógeno para completar la oxidación. Una vez oxidado los sulfuros el agua es subida por la bomba BR-1 al tanque clarificador TC-1 donde adicionamos sulfato de aluminio como floculante. Como agitador usamos las burbujas de aire; el agua tratada es separada de los lodos orgánicos son llevados al tanque recolector de fangos TRF-1 y el agua es desechada directamente a la alcantarilla y no es almacenada en el tanque de almacenamiento TAT-1.

Al igual que los procesos anteriores al agua del curtido, de los lavados del curtido, recromado son llevados por el canal pasando por el sistema de rejilla SR-1 y luego por la maquina separadora de sólidos SR-2. El agua es depositada en el tanque homogenizador TH-3. Pasa luego al tanque clarificador TC-2 por medio de la bomba B-2 que de igual manera por burbujeo homogenizamos, adicionamos cal, donde el agua junto a la cal es enviada a un filtro donde el lodo se queda retenida en una membrana, y el agua se filtra y desechada directamente al sistema de alcantarillado.

El agua de teñido, los lavados finales del cuero es llevada al pretratamiento que se realiza de la misma manera que los procesos anteriores, esta vez el agua es llevada al tanque homogenizado TH-4 y tampoco tiene un tratamiento adecuado para ser desechada al sistema de alcantarilla.

1.3.4. Procesos Existentes

La planta de tratamiento posee un sistema simple de elementos tales como:

1.4.1.1. Piscinas

Existen cuatro piscinas con diferentes dimensiones en el caso de lavado y pelambre tiene una longitud de 7.14m, ancho de 5.40 m y altura de 30cm, 2 piscinas para curtido con las mismas dimensiones con la misma longitud de 6m, ancho 2.53m y una altura de 45 cm, por ultimo

tenemos la piscina de teñido con una longitud de 6m, ancho 2.66m y una altura de 45cm, que son de construcción de hormigón armado.

Donde cada uno de las piscinas tiene una placa metálica con una altura de 20cm y un ancho de 20 cm es por donde pasa el agua residual, esta placa ayuda también a retener los sólidos gruesos incluyo los cueros y son limpiados manualmente.

1.4.1.2. Canal de entrada

Una vez que el agua residual proveniente del proceso de Lavado, Pelambre, Curtido y Teñido se encuentra en las piscinas pasan por la placa que es utiliza como retención de solidos gruesos que constituye unos orificios de hierro inoxidables con una separación entre sí de 1/0.5 cm. El agua pasa por un canal de entrada con una altura de 50cm es de construcción de hormigón, con un espesor de 15cm, el largo total del canal es de 14.55m. Luego pasa por un tamiz de separación entre sí, teniendo en cuenta que va desde el más fino, con separaciones de 3 a 10 mm en los elementos del tamiz, un medio, con separaciones de 21/26 mm, hasta el más grande, con separaciones de 50 a 100 mm. De esta manera el agua sigue su curso llegando así a los tanques homogeneizadores.

1.4.1.3. Tanques Homogeneizadores de las Aguas Residuales

Este tanque tiene forma rectangular con las siguientes medidas: 5, 5 y 2 m (ancho, longitud, altura), los cuatro tanques tienen la misma dimensión de 50 m³, tiene una construcción de hormigón armado, la está provisto de una entrada donde ingresa el agua y se almacena, e inmediatamente es colocado un oxidante junto a la aireación para así disminuir sulfuros. Luego es bombeada el agua oxidada con una bomba de 2HP al tanque clarificador a través de dos tuberías de PVC de 2 pulg.

1.4.1.4. Tanque Circular de Sedimentación

Es de forma circular el agua de pelambre es bombeada desde el tanque de almacenamiento después de ser aireada, dicha agua sube al tanque clarificador tiene volumen de 8m³, y un diámetro de 2.24m, junto al coagulante mediante difusores el agua se mezcla y se mantiene al líquido en reposo por tiempo determinado, para que partículas sólidas decanten por acción de la gravedad. Así se separan los sólidos que llamamos “lodo” del efluente primario. Del fondo del decantador se extraen lodos para su posterior espesamiento y secado después este desecho es enviado al relleno sanitario. Mientras que el efluente es descargada al sistema de alcantarillado.

Mientras que en el agua de curtido al llegar al tanque de almacenamiento y es directamente bombeada al tanque clarificador junto a la cal mediante difusores el agua se empieza a mezclar e inmediatamente es enviada a un filtro aerobio de flujo descendente.

➤ **Filtro de Flujo Descendente**

Tiene una forma rectangular para el agua de curtido con 1.5 5, 3,1.34 m (ancho, longitud, altura) y un diámetro de, 20cm, tiene una construcción en hormigón armado. Es un proceso donde el agua cae del tanque clarificador junto a la cal como coagulante donde los lodos se quedan en una membrana y el agua se sigue filtrado siendo enviada directamente al tanque de almacenamiento.

1.4.1.5. Tanque de Almacenamiento de Aguas Tratadas

El tanque de almacenamiento de las aguas tratadas de cada una de las etapas está construido en hormigón armado, un tanque de 30 m³, donde los efluentes se almacenan, después de ello es descargado al sistema de alcantarillado.

1.4.1.6. Tanque de recolección de fangos

El tanque de recolección de fangos tiene una capacidad de 10 m³ está construido en hormigón armado, donde los lodos se almacenan y son enviados al relleno sanitario.

1.5. Parámetros de Rediseño de la Curtiembre Quisapincha

La palabra rediseño se caracteriza por los cambios, mejoras y nuevas combinaciones de soluciones de la planta de tratamiento de las aguas residuales actuales, y para esto se requiere de un estudio previo y la selección de procesos y operaciones adecuados a fin de producir agua que cumpla con las Normas establecidas por el TULSMA.

Para el rediseño se toma muy en cuenta los procesos actuales, los mismos que fueron evaluados para conocer las deficiencias que presentan actualmente y en base a ello y a las características determinadas en el laboratorio proceder al rediseño y para ello se debe volver a diseñar con la finalidad de nivelar las diferencias con los resultados no deseados.

1.5.1. Medición del caudal

Una de las variables que se debe tomar en cuenta es el caudal, mediante volumen sobre un tiempo determinado.

➤ **Método volumétrico mediante balde o caneca**

Este método se usa para tubería o canal abierto, cuando el vertimiento muestra una caída de agua que se pueda interferir un recipiente; se requiere de un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 L, o caneca de 55 galones con graduaciones de 1 a 5 galones). Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se deban manejar grandes caudales.

$$Q = \frac{V_b}{t} \quad \text{Ecuación 1-1}$$

Dónde:

Q = Caudal usado en el proceso (l/s)

V_b = Volumen del recipiente (l)

t = Tiempo que tarda en llenar el recipiente (s)

Los caudales que se va tomar son para las cuatro etapas como: Lavado Pelambre, Curtido y Teñido.

1.5.2. Determinación de Caudal de la Etapa Lavado

El caudal que se tomara para la etapa de lavado ya en esta etapa se va dimensionar un sistema de aireación y un tanque de sedimentación, mediante un método volumétrico durante un tiempo determinado para el tratamiento preliminar en este caso no se rediseña las rejillas no es necesarias porque en la industria ya se encuentra implementadas y en adecuado funcionamiento. Las aguas de las diferentes etapas a la salida de los bombos que pasan directamente por rejillas SR-1, pasando luego por el canal a la maquina separadora de solidos SR-2, donde son separados los sólidos gruesos, medios y pequeños (1mm). El caudal de agua se toma al momento que cae al tanque homogenizador.

En el tratamiento primario el agua es llevado mediante el canal donde deposita en el tanque este tanque cumple tres funciones de almacenar, igualar la concentración y cómo oxidante de sulfuro ya que su caudal no tiene diferencia alguna y esta agua aireada es enviada al tanque clarificador, se diseñara un sistema de aireación para poder oxidar de los sulfuros, se va diseñar un tanque de sedimentación para precipitar los lodos.

a) Calculo de inyección de Aire para el Agua de Lavado

Para lo cual se diseñara un sistema de aireación para el tanque 1 donde se almacena el agua debe ser oxigenada con sulfato de manganeso tomando en consideración que el tanque de aireación tiene un volumen de 50m³. Se partirá de las siguientes ecuaciones:

➤ **Calculo de caudal de aire en función del DBO₅**

$$\text{mg} \frac{\text{DBO}_5}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ Kg DBO}_5}{1 \times 10^6 \text{ mg DBO}_5} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{Q \text{ m}^3}{\text{d}} \quad \text{Ecuación 2-1}$$

$$\frac{\text{DBO}_5}{\text{dia}} \times \frac{154 \text{ m}^3 \text{aire}}{1 \text{ Kg DBO}_5} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \quad \text{Ecuación 3-1}$$

Dónde:

Q = Caudal de agua a tratar en m³/d

➤ **Calculo de la presión hidrostática**

$$P_{H_2O} = \rho \times g \times h \quad \text{Ecuación 4-1}$$

Dónde:

P_{H₂O} = Presión hidrostática psi.

ρ = Densidad del agua a 20°C 998 Kg/m³

h = Altura m

➤ **Calculo de la presión absoluta**

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{H_2O} \quad \text{Ecuación 5-1}$$

Dónde:

P_{abs} = Presión absoluta psi.

P_{atm} = Presión atmosférico 14.7 psi.

$P_{\text{H}_2\text{O}}$ = presión Hidrostática psi.

➤ **Calculo de la variación térmica del aire de compresión**

$$\Delta T_{ad} = \frac{T_1}{\eta} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0.283} - 1 \right] \quad \text{Ecuación 6-1}$$

Dónde:

P_2 = P_{abs} psi.

P_1 = P_{atm} psi.

η = Eficiencia asumida de compresión 85%

T_1 = Temperatura ambiente 20°C

➤ **Calculo de la temperatura de salida del aire**

$$T_2 = T_1 + \Delta T_{ad} \quad \text{Ecuación 7-1}$$

Dónde:

T_1 = Temperatura ambiente °C

T_2 = Temperatura de salida del aire de compresión. °C

➤ **Calculo de la potencia del compresor**

$$P_c = \frac{0.22Q}{\eta} \left[\left(\frac{P_2}{14.7} \right)^{0.283} - 1 \right] \quad \text{Ecuación 8-1}$$

Dónde:

Q = Caudal del aire de compresión f³/min.

η = Eficiencia asumida de compresión 85%.

P_2 = P_{abs} psi.

b) Diseño del Tanque Sedimentación para la Etapa de Lavado

Este tanque será diseñado con el propósito de poder precipitar los lodos de agua de lavado el cual se determinara mediante la siguiente fórmula:

➤ Carga de Superficie

Los tanques de sedimentación se suelen dimensionar en función de la carga de superficie, expresada en m³/m². La ayuda de una carga de superficie adecuada depende del tipo de suspensión que se deba sedimentar. En las Tablas 7,8 y 9 presenta información típica para el diseño de tanques de sedimentación.

El área del sedimentador, en base a la carga superficial, mediante la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{Q}{C_s} \quad \text{Ecuación 9-1}$$

Dónde:

A= Área (m²)

Q= Caudal a tratar en el sedimentador primario (m³/h)

C_s= Carga superficial (m³/ m² *d) tomado de la tabla 8-1.

➤ Diámetro del Sedimentador

El diámetro del sedimentador se puede determinar mediante la siguiente ecuación:

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} \quad \text{Ecuación 10-1}$$

Dónde:

φ = Diámetro del sedimentador (m)

A = Área del sedimentador (m²)

π = Número irracional (3,14159)

➤ Radio del Sedimentador

$$r = \phi/2 \quad \text{Ecuación 11-1}$$

➤ **Volumen del Sedimentador**

Una vez que se obtiene el área se procede el volumen del tanque mediante la siguiente ecuación:

$$V = \pi * r^2 * H \quad \text{Ecuación 12-1}$$

Dónde:

V= Volumen del tanque de sedimentador (m³)

h = Altura del sedimentador (m) tabla 6

A= Área superficial del sedimentador (m²)

➤ **Tiempo de Retención Hidráulico**

Es el tiempo que promedio que un volumen elemental de agua residual permanece en un tanque, desde la entrada hasta la salida:

$$Trh = \frac{V}{Q} \quad \text{Ecuación 13-1}$$

Dónde:

Trh=Tiempo de retención hidráulico en h.

Q= Caudal a tratar en m³/h

V= Volumen en m³

➤ **Remoción de DBO₅ y Sólidos Suspendidos**

La eficiencia de remoción de DBO₅ y sólidos suspendidos, está en función de la concentración del afluente y del tiempo de retención.

Mediante la siguiente tabla se calculará las tasas de remociones, teniendo en cuenta:

Tabla 10-1. Valores de las constantes empíricas a y b

VARIABLE	A	B
DBO	0,018	0,020
SST	0,0075	0,014

Fuente: Metcalf & Eddy. 1996

La tasa de remoción del DBO, se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{tr}{a + (b \times tr)} \quad \textbf{Ecuación 14-1}$$

Dónde:

R= Porcentaje de remoción esperado

Trh= Tiempo nominal de retención

a,b= Constantes empíricas

La tasa de remoción de SST, se utiliza la siguiente expresión:

$$R = \frac{tr}{a + (b \times tr)} \quad \textbf{Ecuación 15-1}$$

➤ **Pocetas de Fangos**

Al diseñar el sedimentador se debe tener en cuenta el volumen propuesto al almacenamiento de lodos. Los lodos se mueven hidráulicamente hacia una tolva de lodos de donde son extraídos mediante una tubería de desagüe.

- **Caudal de fango**

$$Q_f = \frac{W_s}{\rho_w S_{st} P_s} \quad \textbf{Ecuación 16-1}$$

Dónde:

Ws= Peso de los sólidos secos, Kg/día

ρ_w = Densidad del agua, kg/m³

Sst = Peso específico relativo del fango

P = Fracción de sólidos

Q_f = Caudal medio de fangos producidos (m³/ h)

Tabla 11-1. Información Típica sobre el Peso Específico y la Concentración del Fango
Procedente de los Sedimentadores Primarios

Tipo de fango	Peso específico	Concentración de solidos %	
		Intervalo	Típico
Agua residual procedente de alcantarillado sanitario	1,03	4-12	6
Agua residual procedente de redes de alcantarillado combinado	1,05	4-12	6,5
Primarios y fangos activados en exceso	1,03	2-6	3
Primarios y Lechos percoladores	1,03	2-6	5

Fuente: Metcalf & Eddy, 1996

➤ **Volumen de Fango**

$$VP = Q_f * Tr$$

Ecuación 17-1

Donde

VP = Volumen de poceta o pocetas (m³)

Q_f = Caudal medio de fangos producidos (m³ / h)

Tr = Tiempo de retención del fango en pocetas (h)

Los valores usuales del tiempo de retención en pocetas pueden tomarse de la tabla 12-1

Tabla 12-1. Tiempo de Retención en Pocetas de Sedimentadores

	Valor mínimo (h)	Valor típico (h)	Valor máximo (h)
Sedimentador Circular sin rasquetas de espesador	0,5	2	5
Sedimentador Circular con rasquetas de espesador	4	6	8
Sedimentador rectangular	4	10	24

Fuente: Manual de Depuración Uralita

1.5.3. Diseño de Paletas para la Etapa de Pelambre

Para la etapa de pelambre ya está implementado el tanque aireación y el tanque de clarificador por esta razón se diseñara unas paletas ya que es de suma importancia en el tanque clarificador se agrega lo que es el floculante y el coagulante en este caso el floculante es un polímero que necesita agitación constante que permitirá que los lodos precipite.

Tabla 13-1. Gradiente de velocidad G y tiempo de detención típico para operaciones de mezclado y floculación

Intervalo de valores			
Proceso		Tiempo de Detección	Valores de G, s ⁻¹
Mezclado	Operaciones de mezcla rápida típicas	5-20 s	250 – 1500
	Mezcla rápida en procesos de filtración de contacto	< 1-5 s	1500 – 7500
Floculación	Procesos de floculación típicamente empleados en el tratamiento de agua residual	30 – 60 min	20 – 80
	Floculación en procesos de filtración directa	2 – 10 min	20– 100
	Floculación en procesos de filtración de contacto	2 – 5 min	30 – 150

Fuente: Metcalf- Eddy, Ingeniería de Aguas Residuales, 1995, PP. 245

➤ Gradiente de Velocidad del Fluido

$$G = 0.25 \cdot n^{1.25}$$

Ecuación 18-1

Dónde:

G= gradiente medio de velocidad del fluido (s⁻¹)

n = velocidad de rotación (RPM)

➤ Potencia Disipada en la Mezcla

Cuanto mayor sea la energía suministrada en un fluido mayor será la turbulencia generada y, por tanto, la mezcla resultante será mucho mejor. La potencia disipada se calcula con la siguiente ecuación:

$$P = G^2 \cdot \mu \cdot V$$

Ecuación 19-1

Dónde:

P= Potencia necesaria, KW

G =Gradiente medio de velocidad de fluido (s^{-1})

μ = Viscosidad dinámica del agua residual $1.063 \cdot 10^{-3} N \cdot s/m^2$

V = volumen del sedimentador, m^3

➤ **Área requerida de las paletas**

Se determina a partir de la ecuación de la potencia suministrada a un fluido por medio de un sistema mecánico de paletas la cual se puede relacionar con la fuerza de resistencia al avance de las paletas.

De la ecuación 19 se despeja el área de sección transversal requerida de las paletas y se tiene la Ecu. 20.

$$A = \frac{2 \cdot P}{C_D \cdot \rho \cdot v^3} \quad \text{Ecuación 20-1}$$

Dónde:

A = Área de la sección transversal de las paletas (m^2)

P = Potencia necesaria (HP)

C_D = Coeficiente de resistencia al avance de las paletas

ρ = Densidad del fluido (Kg/m^3)

v = Velocidad relativa de las paletas (se asumen valores entre 0,6 y 0,75 m/s)

El valor del coeficiente de resistencia al avance de las paletas puede estimarse, de acuerdo a la Tabla 14-1.

Tabla 14-1. Valores de C_D

l/b	C_D
1	1,16
5	1,20
20	1,50
∞	1,95

Fuente: ROUSE

1.5.4. Mantenimiento del Filtro de Descendente para la Etapa de Curtido

Se dará un mantenimiento adecuado al filtro descendente con el propósito de obtener un agua de mejor calidad, el filtro nos ayuda a obtener agua con una buena turbiedad, con bajo contenido de carga orgánica.

Tomando en cuenta que en este filtro antes que se encuentre las capas de grava y arena se encuentra una tela filtrante donde retiene los lodos procedentes de la etapa de curtido. El agua filtrada por la tela cae al filtro, donde inicia su trayecto a través de las diferentes capas de grava y arena. En la parte superior se encuentra la arena más fina, dispuesta así con la intención de que los sólidos se retengan en esta parte superior del lecho. Las capas del filtro se encuentra primero una capa de arena es aquel que retiene gran cantidad de solidos suspendidos, después de ello sigue la siguiente capa q es la de arena gruesa, posterior a ello una capa de grava fina, por ultimo una capa de grava gruesa.

➤ **Calculo de Remoción**

Es la relación entre la concentración removida y la concentración existente en el efluente, y es expresada en porcentaje.

$$ET = \frac{S_o - S_e}{S_o} * 100 \qquad \textbf{Ecuación 21-1}$$

Dónde:

S_o = Concentración en el efluente (mg/L)

S_e = Concentración en el efluente tratada (mg/L)

ET = Eficiencia general (%)

1.6. Marco Legal

1.6.1. Normas legales nacionales

1.6.1.1. Constitución Política de la República del Ecuador, publicada en el R.O. N° 449 del 20 de octubre del 2008 Título II: DERECHOS, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección segunda: Ambiente sano.

El Art. 14, determina que: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”

En el Art. 15, se indica que: “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

En el Art. 66, numeral 27) Se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

En el Art. 72.- La naturaleza tiene derecho en la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

1.6.2. Ley Reformativa al Código Penal, Registro Oficial N° 2 del 25 de enero del 2000

En esta ley se tipifican los delitos contra el Patrimonio Cultural, contra el Medio Ambiente y las Contravenciones Ambientales, además de sus respectivas sanciones, todo ello en la forma de varios artículos que se incluyen en el Libro II del Código Penal, entre ellas:

Art. 437 B. “El que infringiera las normas sobre protección ambiental, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiese causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido.

Art. 437 K. “Además otorga potestad al sistema judicial para ordenar, como medida cautelar, la suspensión inmediata de la actividad contaminante, así como la clausura definitiva o temporal del establecimiento, sin perjuicio de lo que pueda ordenar la autoridad competente en materia ambiental”

1.6.3. Ley de Gestión Ambiental

Ley N° 37. Registro Oficial N° 245 del 30 de julio de 1999. Título III, Capítulo II, “DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL”.

Art. 22, determina que “Los sistemas de manejo ambiental en los contratos que requieran estudios de impacto ambiental y en las actividades para las que se hubiere otorgado licencia ambiental, podrán ser evaluados en cualquier momento, a solicitud del Ministerio del ramo de las personas afectadas”.

1.6.4. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)

Para la descarga de efluentes al alcantarillado público se aplica la siguiente normativa del TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Tabla 9.

Tabla 15-1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables.	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: “Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente “que en el Anexo I del Libro VI en la tabla 9

1.6.5. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales

Las Normas ecuatorianas se pueden encontrar los criterios a consideración para el tratamiento de aguas residuales y abastecimiento de agua potable, considerando la referencia de sistemas y procesos con tecnología adecuada.

En las normas IEOS constan de varias partes en donde se trata desde definición de términos, etapas a considerarse en el proyecto, normas de la calidad de agua con la concentración aceptable de las sustancias contaminantes, disposiciones específicas acerca de los requisitos para el diseño de los equipos a emplearse en el sistema; entre otros puntos los cuales se detallan en la mencionada norma.

Se acentúa que en 1992 el sector se descentralizó con la Ley de Descentralización y se asignó la rectoría del sector al MIDUVI, por lo que el IEOS se fusionó con el MIDUVI. De manera que actualmente usa los datos establecidos inicialmente en las normas IEOS.

a) Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

Se toma como referencia la norma técnica 2198:98 acerca de la calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de las muestras; hace mención acerca de lineamientos específicos al momento de la toma de muestra de manera que sea significativa y los resultados no se distorsionen.

Es de gran importancia el conocimiento de manejo y conservación de las muestras para los diferentes parámetros, ya que, de los resultados de los análisis de las pruebas físicas-químicas dependerá el sistema de tratamiento para el agua residual.

b) Otras Normas

Norma Técnica OS.090 "Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones según Decreto Supremo N° 022-2009-VIVIENDA, publicado en el Peruano el 27 de Noviembre 2009.

Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural, publicada en 1995, Décima Parte (X) Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Proyecto de Código Ecuatoriano para el diseño de la Construcción de Obras Sanitarias
Co 10.07 – 601 Abastecimiento de Agua Potable y Eliminación de Aguas Residuales en
el Área Rural (SSA).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Metodología

2.1.1. Localización de la investigación

La planta de tratamiento de Aguas Residuales de la Curtiembre Quisapincha que se encuentra ubicada a 13 Km de Ciudad de Ambato en la parroquia Quisapincha específicamente en el barrio Turuloma, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua, siendo la única curtiembre que se encuentra ubicado por el sector a 3100 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 1-2. Localización Geográfica de la Curtiembre Quisapincha

País	Ecuador
Región	Sierra
Provincia	Tungurahua
Cantón	Ambato
Parroquia	Quisapincha
Sector	Turuloma
Coordenadas UTM	X:757253 Y:9863228
Altitud	2800

Realizado: Gladys Amangandi, 2016



Gráfico 1-2. Localización de la PTAR Curtiembre Quisapincha

Fuente: Google maps, 2016

2.1.2. Método de recolección de la información

La medición de caudales se realiza in situ de cada uno de los procesos al momento que cae a los tanques de almacenamiento de cada uno de las etapas y de igual manera la toma de muestras a fin de recopilar información para el presente proyecto. Se aplicó varios métodos como: el método inductivo, deductivo y experimental, es necesario conocer los hechos más importantes que se dan en el sistema de tratamiento del agua residual, para poder llegar a un adecuado y óptimo diseño de tratamiento.

a) Método Inductivo

Para realizar el análisis se tomará el valor del caudal tanto al final del proceso, al utilizar el muestreo compuesto se procederá a tomar el caudal por cada muestra tomada, para observar el grado de contaminación que contiene, posteriormente se procederá al análisis correspondiente en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

b) Método Deductivo

En este método analiza los conocimientos generales a los actuales; encontrando soluciones al problema de genera las aguas residuales de la Curtiembre Quisapincha al medio ambiente. Análisis físico- químico fueron comparados con las normas establecidas del TULSMA, datos que fueron tabulados y analizados para posteriormente rediseñar la planta de tratamiento de aguas residuales.

c) Método Experimental

Tiene relación directa con los aspectos específicos acerca de la caracterización de las aguas residuales, ya que, mediante los parámetros obtenidos se realizó la propuesta del de tratamiento en base al porcentaje de remoción y eficiencia de cada equipo del sistema de tratamiento y finalmente se ejecutó su rediseño con parámetros generales establecidos en las normas IEOS.

2.1.3. Muestreo

Para la recolección de las muestras de las aguas de las diferentes etapas se aplicó varios tipos de muestreo como: muestreo simple el cual nos proporciona información sobre la calidad en un punto y momento dado y se lo empleó durante la toma de muestra en el tanque de homogenización.

Previo al muestreo del agua residual se identificó los afluentes en las etapas de Lavado, Pelambre, Curtido y Teñido, observando las características visuales del agua residual durante la medición del caudal.

El procedimiento fue de la siguiente manera:

Tabla 2-2. Recolección de muestra

Lugar de muestreo	Tipo de efluentes	Día	Hora	Número de muestras	Total de muestras al mes	Total de muestras analizadas
Agua al ingreso de la planta de tratamiento	Lavado	Lunes	Mañana	2	16	16
	Pelambre	Martes				
	Curtido	Miércoles	Tarde	2		
	Teñido	Miércoles				
Agua a la salida de la planta de tratamiento	Pelambre	Jueves	Mañana	2	8	8
	Curtido	Viernes				

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

La toma de muestras se realizó en forma sistemática por cinco días primero el agua de lavado en la mañana y el segundo día el agua de pelambre en la mañana y el tercer día las aguas de curtido y teñido en la tarde, el cuarto día se tomó las muestras de agua tratada de pelambre en la mañana, de la misma manera el quinto día se tomó el agua tratada de curtido, las muestras tomadas los tres primeros días fueron utilizadas para la caracterización del agua residual, recolectando muestras a la entrada de la planta de tratamiento y de igual manera se tomó muestras a la salida de la actual planta de tratamiento de la Curtiembre Quisapincha.

Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, en donde se procedió a efectuar las caracterizaciones físico-químicos de las aguas residuales y las respectivas pruebas de jarras con el fin de determinar la dosificación adecuada para tratar el agua usando el químico que mejor actúe (cloruro férrico o sulfato de aluminio entre otros químicos utilizados en cada una de los efluentes).

2.1.4. Tratamiento de muestras

Las muestras se tomaron seis muestras a la semana que son 4 parámetros que ingresa a la planta de tratamiento y dos se toma de la salida del tratamiento, a las que se les realizó la caracterización físico-química del agua y las respectivas pruebas de tratabilidad al agua de entrada a la planta de tratamiento, mediante las denominadas pruebas de jarras.

Con los datos obtenidos durante la caracterización del agua residual, se relacionó todos los valores con la Tabla 9 del TULSMA, mediante el método comparativo, permitiéndonos de esta manera identificar los parámetros fuera del límite establecido y el respectivo dimensionamiento de la planta.

2.1.5. Equipos, materiales y reactivos

Tabla 3- 2. Equipos, Materiales y Reactivos

EQUIPOS	MATERIALES	REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Espectrofotómetro HACH DR 2800 ✓ Conductímetro ✓ pH-metro ✓ Colorímetro HACH DR 2800 ✓ Turbidímetro ✓ Balanza Analítica ✓ Baño María ✓ Equipo de Filtración por Membrana ✓ Estufa ✓ Bombas de aireación ✓ Conos Imhoff 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matraz Erlenmeyer ✓ Varilla de Vidrio ✓ Caja Petri ✓ Bureta ✓ Pizeta ✓ Pipetas ✓ Peras de Succión ✓ Vaso de Precipitación ✓ Pipetas Volumétricas ✓ Mangueras 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cromato de Potasio ✓ Naranja de Metilo ✓ Cianuro de Potasio ✓ Nitrato de Plata 0,01 N ✓ Solución Buffer pH 10 ✓ Solución EDTA 0,02M ✓ Ácido Sulfúrico 0,02 N ✓ Hidróxido de sodio 1N

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

2.1.6. Métodos y Técnicas

2.1.6.1. Métodos

Tabla 4- 2. Métodos de análisis de aguas

PARÁMETRO	MÉTODOS	DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA
Turbiedad	Nefelométrico	Utilizar el Turbidímetro para el análisis
Conductividad	Electrométrico	Se utiliza el electrodo de cristal, y se registra el valor obtenido.
Cromo Hexavalente	Colorimétrico	Realizar un blanco con agua destilada, tomar 10 ml de la muestra en la celda Hach, colocar en el espectrofotómetro Hach y medir
Demanda Química de Oxígeno	Reflujo cerrado Titulométrico	Tomar 2ml de muestra y colocar en un vial. Digestar la muestra por 2h, medición equipo HACH, seleccionar el test de DQO 435.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	Incubación 5 días	Colocar 100ml de muestra en el frasco. Añadir 3ml de solución rica en nutrientes, una pepita de KOH, tapar y colocar la muestra en el gasométrico, tomar datos cada día, para al final obtener el valor promedio.
Grasas y Aceites	Partición gravimétrica	Tome un 1ml de muestra, acidificar a un pH de 2 o inferior con 5ml de HCl, pásela por un embudo, dejar que separe las dos capas y drenar la capa del disolvente con el uso papel filtro.

Potencial de Hidrogeno	Potenciométrico	Se utiliza el electrodo de cristal, y se registra el valor obtenido.
Sólido sedimentables	Cono Imhoff	Colocamos 1L de agua residual y dejamos una hora hasta que se sedimente
Sólidos Totales	Gravimetría- métodos de los sólidos totales secos a 103-105 °C	Pesar una caja Petri, colocar 25ml de muestra, someter a baño María hasta sequedad, introducir en la estufa, colocar en el desecador 15min., pesar la caja.
Sólidos totales disueltos	Electrométrico	Se utiliza el electrodo de cristal, del Conductímetro, y se registra su valor.
Sulfatos	Espectrofotómetro	Realizar un blanco con agua destilada, tomar 10 ml de la muestra en la celda Hach, colocar en el espectrofotómetro Hach y medir
Sulfuros	Espectrofotómetro	Tomar 25 ml de muestra y añadir 1 ml de HCl (6N) + 5 mL de solución patrón de yodo (0.025N), Titular con tiosulfato de sodio 0,025N. Añadir almidón titular con Tiosulfato hasta color transparente y anotar el volumen total.
Temperatura	Termómetro	Se utiliza el electrodo de cristal, de la temperatura, y se registra su valor.
Tensoactivos	Volumétrico y/o Espectrofotómetro	Tomar 500 ml de muestra y ajustar el pH a 4 con de ácido fosfórico utilizando el indicador naranja de metilo. Destilar la muestra, adicionar 500ml de agua caliente, seguir destilando hasta un volumen de 500ml. Medir destilado total.

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

2.1.6.2. Técnicas

➤ Técnica in situ

Caudal

Para la medición del caudal de la planta de tratamiento de la Curtiembre Quisapincha se realizó mediante un balde volumétrico y un cronometro.

Tabla 5- 2. Medición de caudal

FUNDAMENTO	MATERIALES	REACTIVOS	TÉCNICA	CÁLCULOS
Se define como el volumen del líquido mediante un tiempo transcurrido.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cronómetro ✓ Balde volumétrico 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua Residual 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar el balde con el agua residual, medimos el tiempo que se demora en llenarse. ✓ Repetimos como una cinco veces. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El caudal calculamos volumen sobre tiempo.

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

La medición de caudales se realizó in situ de cada uno de los procesos al momento que cae a los tanques de homogenizadores de cada uno de las etapas de la Curtiembre Quisapincha las aguas residuales cuyo origen es de tipo industrial.

Los datos fueron tomados los días lunes, martes y miércoles, el día lunes por lo general se empieza con la primera etapa que es el lavado al terminar el proceso se descarga el agua pasando por rejillas donde cae al primer tanque de homogenización.

El día martes se empieza con la segunda etapa que es el de pelambre que el agua residual es descargada en la mañana y el agua de curtido y teñido sale los días miércoles al medio día el agua de curtido y a las tres de la tarde el agua de teñido.

Mediante el método volumétrico se determinaron los caudales generados en los procesos de lavado, pelambre, curtido y teñido. Este método consiste en cronometrar el tiempo en que se llena un recipiente de volumen conocido de la descarga de los bombos de los procesos mencionados.

➤ **Análisis de Laboratorio**

Las técnicas utilizadas para los análisis en el laboratorio se basan al manual “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” (Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales); y el Manual de Análisis de Agua, método HACH.

Los análisis de las aguas residuales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

➤ **Turbidez**

Tabla 6-2. Método HACH 2130 - B

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICAS	CÁLCULO
La turbidez mide la intensidad de color en el agua que se obtiene en la captación de agua cruda y luego de la filtración (agua tratada), este equipo identifica toda impureza finamente dividida, cualquiera que sea su naturaleza, que pueda ser suspendida.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Turbidímetro ✓ Celda. ✓ Pizeta. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua residual ✓ Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colocar en la celda el agua recolectada en el tanque de recepción. Y agua tomada luego del proceso de filtración. ✓ Colocar la celda en el turbidímetro. 	Leer directamente el valor según la escala deseada (0-1, 0-10,0-100 NTU).

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de la Conductividad**

Tabla 7-2. Método HACH DR 2800

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CÁLCULO
Es la capacidad de un cuerpo, de medir el paso de la corriente eléctrica a través de sí. Tiene la capacidad de que los electrones pasen por él. Varía con la temperatura.	✓ Vasos de precipitación Agua destilada Muestra de agua Limpiadores	✓ Agua residual	✓ En un vaso de precipitación colocamos 100 ml de muestra de agua. Lavar varias veces el electrodo (celda conductometrica) con agua destilada, sumergir en el recipiente que contiene el agua examinar. Determinamos el parámetro de medida (Cond) en el equipo y presionamos READ. Además se medirá la temperatura y registre el valor. Limpie el electrodo con agua destilada, seque y guarde el electrodo.	Lectura Directa

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Alcalinidad**

Tabla 8-2. Método Standard Methods 4500 HB

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
La alcalinidad del agua es la capacidad para neutralizar los ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables, el valor medido puede variar significativamente con el pH.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Probeta de 50 ml ✓ Pipetade 1mL ✓ Vaso de precipitados de 250mL ✓ Agitador magnético 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua residual ✓ Naranja de metilo ✓ Ácido sulfúrico 0,02N 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar 50ml muestra ✓ Agregar 4 gotas de anaranjado de metilo ✓ Valorar con ácido sulfúrico 0,02N ✓ Leer el valor de titulación. 	<p>Para determinar los sólidos totales se realiza mediante la siguiente ecuación:</p> $AT = \frac{(2B - C) * N * 50000}{mL \text{ muestra}}$ <p>Dónde:</p> <p>B= mL titulante para primer pH registrado</p> <p>C= total mL de titulante para alcanzar un pH inferior a 0.3 unidades</p> <p>N= normalidad del ácido.</p>

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17
Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación del Potencial de Hidrógeno pH**

Tabla 9-2. Método Standard Methods 4500-B

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
El pH es un parámetro que nos indica la acidez o alcalinidad del agua, varia de 1 a 14. Si el agua posee un pH menor a 7 se considera acida, caso contrario básica, igual a 7 neutra.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ pH-metro ✓ vaso de precipitación 250 ml 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua residual ✓ Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calibre en pH-metro. ✓ Coloque en un vaso de vidrio limpio un volumen de muestra suficiente como para cubrir al electrodo de vidrio. ✓ Sumerja los electrodos en la muestra y suavemente revuelva a una velocidad constante para proporcionar la homogeneidad y suspensión de los sólidos, y esperar hasta que la lectura se estabilice. ✓ Anote el valor de la lectura en el protocolo de trabajo. 	Lectura Directa

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de Sulfuros**

Tabla 10-2. Método Yodométrico 4500- S²⁻ E

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
Las bacterias anaerobias reductoras del sulfato utilizan el oxígeno de los sulfatos y producen ácido sulfhídrico es oxidado por las películas microbiales causando problemas de corrosión y ruptura de tubos de alcantarillado.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matraz de 250 mL ✓ Una bureta de 25mL 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua residual ✓ Ácido clorhídrico ✓ Solución de yodo ✓ Tiosulfato de sodio 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar 25 ml de muestra y añadir 1 ml de HCl (6N) + 5 mL de solución patrón de yodo (0.025N), esta mezcla tomará un color amarillo. ✓ Titular con tiosulfato de sodio 0,025N hasta un amarillo pálido. ✓ Añadir la solución de almidón y seguir titulando con Tiosulfato hasta un color transparente y anotar el volumen total. 	<p>Para determinar los sólidos totales se realiza mediante la siguiente ecuación:</p> $\text{mgS}^{2-} / \text{L} = \frac{[(A*B)-(C*D)]*16000}{\text{mL de muestra}}$

Fuente: MÉTODO YODOMETRICO 4500- S²⁻ E, STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de Sólidos Totales Disueltos**

Tabla 11-2. Método HACH DR ,2540 D

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
Representa el material soluble y coloidal, el cual requiere usualmente, para su remoción, oxidación biológica o coagulación y sedimentación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Filtro ✓ Bomba de succión 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua residual 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pesamos el filtro ✓ Colocamos en la bomba ✓ Agregamos el agua residual poco a poco ✓ Después secar la muestra evaporada al menos durante una hora a 103- 105° enfriar en el desecador y pesar. 	<p>Para determinar los sólidos totales se realiza mediante la siguiente ecuación:</p> $\text{mg de STD/L} = \frac{(A - B) * 1000}{\text{Volumen de muestra en mL}}$ <p>Dónde:</p> <p>A= Peso del filtro + residuo seco en mg B= Peso del filtro en mg</p>

Fuente: *HACH MODEL DR/2540D

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de Sulfatos**

Tabla 12-2. Standard Methods 4500-SO4-E

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
Bajo condiciones reductoras, las corrientes ricas en sulfatos pueden derivar en sulfuros, que son compuestos tóxicos, corrosivos y que generan mal olor. En el Bio-tratamiento de las aguas residuales es conveniente eliminar también las especies azufradas disueltas en ella.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cubetas de análisis de 10 mL. ✓ Pipetas de 10 mL. Limpiadores 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobres de reactivo SulfaVer en polvo. ✓ Agua residual 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar una cubeta de 10 mL de muestra residual. Añadir el contenido de un sobre de reactivo de SulfaVer en polvo. Agitar la cubeta con rotación. Comienza un periodo de reacción de 5 minutos. Para preparar el blanco, llenar otra cubeta cuadrada de 10 ml de muestra residual. Seleccionar en la pantalla: Medición. SO42-. 	Lectura directa con el espectrofotómetro en (mg/l)

Fuente: HACH DR 4500-SO4-E. Model Series.

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de Sólidos Totales**

Tabla 13-2. Método APHA 2540 B

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
<p>Se evapora una muestra correctamente mezclada, en una placa previamente secada y pesada a peso constante en un horno a 103-105 C.</p> <p>El aumento de peso en la placa vacía representa los sólidos totales.</p>	<p>✓ Cápsulas de porcelana de 90 mm de diámetro.</p> <p>✓ Desecador</p> <p>✓ Horno de mufla</p> <p>✓ Balanza de análisis</p>	<p>✓ Agua residual</p>	<p>✓ Calentar la capsula limpia en la estufa de 103 a 105° durante una hora</p> <p>✓ Elegir un volumen determino de la muestra, transferirla a la capsula pesada previamente y evapórese hasta que se seque.</p> <p>✓ Después secar la muestra evaporada al menos durante una hora a 103- 105° enfriar en el desecador y pesar.</p> <p>✓ Repetir el ciclo hasta que el peso sea constante</p>	<p>Para determinar los sólidos totales se realiza mediante la siguiente ecuación:</p> $\text{mg de ST/L} = \frac{(A - B) * 1000}{\text{Volumen de muestra en mL}}$ <p>Donde:</p> <p>A= Peso de residuo seco + cápsula mg</p> <p>B= Peso de la cápsula en mg</p>

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de Tensoactivos**

Tabla 14-2. Método Standard Methods 5530-C

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
El método se basa en la destilación de los fenoles a un pH de 10 en presencia de ferrocianuro de potasio formando compuestos de color amarillo intenso a rojo, son extraídos con cloroformo midiendo su absorbancia.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balanza analítica ✓ Equipo de destilación ✓ Potenciómetro de laboratorio ✓ Espectrómetro ✓ Papel filtro ✓ Embudos de separación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua residual 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar 500 ml de muestra y ajustar el pH a 4 con de ácido fosfórico utilizando el indicador naranja de metilo. Destilar la muestra, adicionar 500ml de agua caliente, seguir destilando hasta un volumen de 500ml. ✓ De destilado total. 	<p>Para calcular los fenoles se utiliza la siguiente ecuación de la curva de calibración: $Y = mx + b$</p> <p>Para la concentración: $U_{\text{fenol}}/L = \frac{A}{B}$</p> <p>Dónde:</p> <p>A = µgr de fenol determinada en la curva</p> <p>B = ml de la muestra original</p>

Fuente: MÉTODO STANDARD METHODS APHA 5530-C, Métodos Normalizados para análisis de aguas residuales y potables

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Sólidos Sedimentables**

Tabla 15-2. Método 2540-F

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
Porción de sólidos suspendidos que puede sedimentar en un periodo determinado, que generalmente son eliminados en los primeros procesos de un tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cono Imhoff ✓ vaso 250 ml 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua destilada ✓ Agua residual ✓ Hexano 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agitar la muestra y llenar un cono Imhoff hasta la marca de 1 litro con la muestra. ✓ Dejar sedimentar durante 50 minutos, luego rotar el cono por su eje vertical para que sedimenten también partículas adheridas a la pared, esperar 10 minutos más y realizar la lectura (ml/1) 	Lectura directa de mililitros de solido por litro de agua.

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Sólidos Suspendidos Totales**

Tabla 16-2. Método PE – LSA – 04

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
Los sólidos totales es la cantidad de materia disuelta en un volumen de agua. Se puede calcular tomando la suma de las concentraciones de todos los cationes y aniones indicados en la parte del análisis del agua o puede también ser medida evaporando una muestra de agua para secarla y posteriormente pesar sus residuos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vaso de precipitación de 250mL ✓ Electrodo sensible HACH 	✓ Agua residual	Colocar aproximadamente 100mL de agua ya sea crudo o tratado en el vaso de 250 mL.	Leer directamente el valor de STD en el HACH series.

FUENTE: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **DBO₅ (Demanda Bioquímica De Oxígeno)**

Tabla 17-2. Método Standard Methods 5210-B

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
Se llena una muestra hasta rebosar un frasco hermético e incubarlo a una temperatura establecida durante 5 días. El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación el ROB se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el final	Equipo de DBO Botellas de incubación Grasa Tampones de Copa Capsula magnética Probeta graduada Termómetro Embudo	Agua residual	Caliente o enfrié la muestra hasta 2°C de la T de incubación (20°). Usando una probeta graduada, vierta 160 ml de la muestra en una botella oscura. Coloque una barra magnética para mezclar en cada botella de muestra. Añada el contenido de un sobre de Buffer nutritivo para DBO a cada botella para el crecimiento óptimo de las bacterias si las características de la muestra original lo requieran. Aplicar grasa en la boca de cada botella para sellarla con el tampón de copa. Usando un embudo adicione el contenido de un sobre de Li (OH) en el tampón de copa de cada muestra, coloque las botellas en el equipo. Coloque el equipo en la incubadora o estufa ajustando la temperatura a 20 ± 2 °C. Prenda el equipo. Seleccione la duración de la prueba	Cuando el agua de la disolución no está sembrada: a $DOB_5 = \frac{(D1 - D2)}{P}$ Cuando el agua de disolución está sembrada: $DOB(5mg/l) =$ $\frac{[(D1 - D2) - (B1 - B2) * f]}{P}$ Dónde: D ₁ = OD de la muestra diluida inmediatamente después de su preparación mg/L D ₂ = OD de la muestra diluida después de 5 días de incubación a 20°C mg/L P= fracción volumétrica decimal de la muestra utilizada B ₁ = OD del control de simiente antes de la incubación mg/L B ₂ = OD del control de simiente después de la incubación mg/L f = proporción de la simiente de la muestra diluida con respecto al control de la simiente

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **DQO (Demanda Química De Oxígeno)**

Tabla 18-2. Método 5220-C

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TÉCNICA	CÁLCULO
La demanda química de oxígeno (DQO) se define como la cantidad de un oxidante específico que reacciona con la muestra bajo condiciones controladas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pipeta volumétrica ✓ Viales con reactivos ✓ Gradilla ✓ Tubos de digestión 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua destilada ✓ Agua residual ✓ Ftalato Ácido de Potasio (KHP). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Homogeneizar 100 ml de muestra durante 30 segundos en una mezcladora. Conectar el reactor de DQO y precalentar a 150°C. ✓ Preparar el reactivo para la curva patrón y luego se realizar diluciones del patrón (KHP). ✓ Sostener el tubo en un ángulo de 45 grados y adicionar 2 ml de cada dilución a los tubos. Para el punto cero de la curva se utiliza 2 ml de agua destilada. Se tapan los tubos y se los invierte cuidadosamente para mezclarlos completamente. ✓ Colocar los tubos en el bloque digestor precalentado a 150°C y digerir las muestras por 2 horas. Y dejar enfriar a °T ambiente colocando los tubos en una gradilla para evitar la formación de precipitado. 	<p>El DQO se expresa mg O₂/L:</p> $DBQ = \frac{V1 * k * VP * 8000}{V_s}$ <p>Dónde:</p> <p>V1= volumen de la disolución de sulfato ferroso amoniacal requerido para la valoración del testigo.</p> <p>V2= volumen de la disolución de sulfato ferroso amoniacal requerido para la valoración de la muestra.</p> <p>Vs= volumen de la muestra.</p>

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación del Cromo Hexavalente**

Tabla 19-2. Método HACH DR 2800

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
El cromo hexavalente es encontrado en forma de cromatos. Este cromo puede ingresar mediante los inhibidores de la corrosión utilizados en tuberías.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cubetas de análisis de 10 mL. ✓ Pipetas de 10 mL. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reactivo ácido en polvo. ✓ Reactivo Chromaver3 en polvo. ✓ Reactivo Cromo1 en polvo. ✓ Reactivo Cromo2 en polvo. ✓ Agua residual 	Llenar una cubeta de 10 mL de muestra residual. Añadir el contenido de un sobre de reactivo de ChromaVer3 en polvo. Agitar la cubeta con rotación. Comienza un periodo de reacción de 5 minutos. Para preparar el blanco, llenar otra cubeta cuadrada de 10 ml de muestra residual. Seleccionar en la pantalla: Medición. Cr -.	Lectura directa con el Espectrofotómetro en (mg/l)

Fuente: HACH DR 2800-Cr⁶Model Series.

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de Cloruros**

Tabla 20-2. Método HACH DR 2800

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
El ión cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cubetas de análisis de 10 mL. ✓ Pipetas de 10 mL. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 mL Solución férrica. ✓ 2 mL Solución de tiocianato mercúrico. ✓ Agua residual 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar una cubeta con la muestra residual, y la otra con agua desionizada. Pipetear 0,8 mL de solución de tiocianato mercúrico en las dos cubetas y mezclar. ✓ Pipetear 0,4 mL de solución de férrica en las dos cubetas y mezclar. Tiempo de reacción 2 minutos. Finalmente mediremos en forma de Cl- 	Lectura directa con el espectrofotómetro en (mg/l)

Fuente: STANDARD METHODS, edición 17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

➤ **Determinación de Aceites y Grasas**

Tabla 21-2. Método: EPA418, 1

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	TECNICA	CÁLCULO
En la determinación de aceites y grasas no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica, más bien se determina cuantitativamente grupos de sustancias con características físicas similares sobre la base de su solubilidad común en triclorotrifluoroetano.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Embudo de separación ✓ Matraz de destilación ✓ Baño de agua ✓ Papel filtro (diámetro 11cm) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ácido sulfúrico ✓ Éter de petróleo, con punto de ebullición de 3560 C. ✓ Agua residual 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tome un 1ml de muestra y marque el nivel en la botella. Acidifíquela hasta un pH de 2 o inferior con 5ml de HCl, pásela por un embudo. ✓ Dejar que separe las dos capas y drenar la capa del disolvente con el uso papel filtro. ✓ Si la capa no es clara añadir 1g de sulfato de sodio y drene. ✓ Hágase dos extracciones con 30 ml de disolvente 	<p>La cantidad de aceites y grasas se determina mediante:</p> $mg \text{ de aceites y } \frac{grasas}{L}$ $= (A * k * B)$ <p>* 1000 ml de la muestra</p> <p>Dónde:</p> <p>A= la ganancia total del peso.</p> <p>B = peso del matraz tarado menos el residuo calculado.</p>

Fuente: Métodos Normalizado

Realizado: Gladys Amangandí, 2016

2.2. Datos experimentales

2.1.1. Datos de caudal tomados in situ

Caudales tomados in situ utilizando un recipiente volumétrico con la ayuda de un cronometro.

Tabla 22-2.Medición de caudales de descarga de baños de lavado

Volumen (Lt)	Tiempo(s)	Caudal (Lt/s)
10	19,05	0,525
10	18,93	0,528
10	19,01	0,526
10	18,95	0,528
10	18,99	0,527
Promedio		0,527
Valor máx.		0,528
Valor min.		0,525

Realizado: Gladys Amangandi

Como se puede ver el caudal promedio horario en de 0,527 l/s en tanto que el máximo es de 0,528 y el mínimo de 0,525 l/s.

Tabla 23-2.Medición de caudales de descarga de baños de pelambre

Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)
10	23,38	0,428
10	23,51	0,425
10	23,63	0,423
10	23,88	0,419
10	24,09	0,415
Promedio		0,422
Valor máximo		0,428
Valor mínimo		0,423

Realizado: Gladys Amangandi

Como se puede ver el caudal promedio horario en de 0,422 l/s en tanto que el máximo es de 0,428 y el mínimo de 0,423 l/s.

Tabla 24-2.Medición de caudales de descarga de baños de curtido

Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)
10	41,55	0,241
10	41,36	0,242
10	41,49	0,241
10	41,61	0,240
10	41,72	0,240
Promedio		0,241
Valor máximo		0,242
Valor mínimo		0,240

Realizado: Gladys Amangandi

Como se puede ver el caudal promedio horario en de 0,241 l/s en tanto que el máximo es de 0,242 y el mínimo de 0,240 l/s.

Tabla 25-2.Medición de caudales de descarga de baños de teñido

Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)
10	48,75	0,205
10	48,66	0,206
10	48,79	0,205
10	48,78	0,205
10	48,72	0,205
Promedio		0,205
Valor máximo		0,206
Valor mínimo		0,205

Realizado: Gladys Amangandi

Como se puede ver el caudal promedio horario en de 0,205 l/s en tanto que el máximo es de 0,206 y el mínimo de 0,205 l/s.

Para la caracterización físico- químico del agua los límites están basados de acuerdo a la tabla 9, del TULSMA.

2.1.2. Caracterización físico-química del agua residual a la entrada de la actual PTAR Curtiembre Quisapincha.

Tabla 26-2.Resultado del Análisis de Agua Residual de Lavado

Determinaciones	Unidades	Método	Límites	Resultados	Cumple
Ph	Und.	4500-B	5-9	8,68	SI
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	2120	-----
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	11,4	-----
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	8400	NO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	6600	NO
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	234	NO
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	350	SI
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	25	NO
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	-----	5672	-----
Tensoactivos	mg/L	5540-C	2,0	4,7	NO

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Como se observa en la Tabla 26-2, (Ver en Anexo D, agua residual). Los únicos valores que cumplen con la norma son el pH, sulfatos. La razón por la que los valores de los demás parámetros excedan el límite de descarga tal vez se por el uso de alto contenido de Cloruro de Sodio para evitar que la piel llegue al proceso de descomposición y de esta manera utilizando químicos sometiendo a la piel animal a un lavado para retirar la sal, sangre, suciedad, estiércol y microorganismos que se encuentran adheridas a las pieles; por lo que es necesario realizar dos lavados.

Tabla 27-2.Resultado del Análisis de Agua Residual de Pelambre

Determinaciones	Unidades	Método	Límites	Resultados	Cumple
Ph	Und.	4500-B	5-9	12,73	NO
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	1857	-----
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	9,5	-----
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	5 820	NO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	4 780	NO
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	230	NO
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	650	NO
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	1620	NO
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	15	SI
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	10284	NO
Alcalinidad	mg/L	2320-B	-----	480	-----
Aceites y Grasas	mg/L	EPA418,1	39,6	70	SI

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Como se observa en la tabla 27-2. (Ver en Anexo E, agua residual). Los únicos valores que cumple con la norma es solidos sedimentables. Mientras de los parámetros se encuentra fuera del límite establecido la razón se la utilización de productos químicos en exceso con el fin de poder depilar la piel animal.

Tabla 28-2.Resultado del Análisis de Agua Residual de Curtido

Determinaciones	Unidades	Método	Límites	Resultados	Cumple
pH	Und.	4500-B	6-9	4,9	NO
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	93	-----
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	23,3	-----
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	3 480	NO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	1 280	NO
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	2 580	NO
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	1,0	NO
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	28 820	NO
Cromo Hexavalente	mg/L	HACH-8023	0,5	0,74	NO
Compuestos fenólicos	mg/L	APHA 5530-C	0,2	>0,2	NO

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En el tabla 28-2. (Ver en Anexo F, agua residual) se aprecia que los parámetros que se encuentran fuera de la norma establecida.

Tabla 29-2.Resultado del Análisis de Agua Residual de teñido

Determinaciones	Unidades	Método	Límites	Resultados	cumple
pH	Und.	4500-B	5-9	3.14	NO
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	157	-----
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	3.31	-----
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	295	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	120	SI
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	620	NO
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	10	SI
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	1480	SI

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En tabla 29-2. (Ver en Anexo G, agua residual) constata el exceso de concentración en los parámetros son sólidos suspendidos totales y el pH mientras que los demás se encuentran dentro de la norma establecida.

2.1.3. Caracterización físico- química del agua residual a la salida de la actual PTAR Curtiembre Quisapincha

En la caracterización de las aguas residuales de salida solo realizo en el agua de Pelambre y Curtido, (Ver en Anexo C, agua tratada de la empresa), mientras que las agua de Lavado y teñido no se realizaba los tratamientos adecuados.

Tabla 30-2.Resultado del Análisis de Agua Residual de Pelambre

Determinaciones	Unidades	Método	Límites	Resultados	Cumple
pH	Und.	4500-B	5-9	9,4	NO
Turbiedad	UNT	2130-B		203	NO
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	2,5	-----
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	4 540	NO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	3100	NO
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	32	NO
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	240	SI
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	1 620	NO
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	2	SI
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	2 436	NO
Alcalinidad	mg/L	2320-B	-----	220	-----

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En la tabla 30-2. Como se puede observar el efluente de descarga del agua de pelambre sigue estando fuera de límite, los parámetros q cumplen son Sólidos Sedimentables, Sulfatos. Los demás parámetros no cumplen lo requerido con la norma.

Tabla 31-2.Resultado del Análisis de Agua Residual de Curtido

Determinaciones	Unidades	Método	Límites	Resultados	Cumple
pH	Und.	4500-B	6-9	12,8	NO
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	30,3	-----
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	26,2	-----
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	3 100	NO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	960	NO
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	970	NO
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	2 351,2	NO
Cromo Hexavalente	mg/L	HACH-8023	0,5	0,22	SI

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En la tabla 31-2. (Ver en Anexo C). EL agua de salida de curtido es el único parámetro que se encuentra dentro del límite establecido es cromo hexavalente. Mientras que los demás parámetros están fuera de la norma establecida.

2.1.4. Pruebas de Tratabilidad (dosificación)

Se realizó las pruebas de jarras utilizando como oxidantes como Sulfato de Manganeso, Permanganato de Potasio y como floculantes el Policloruro de aluminio, cal, Sulfato de aluminio y Cloruro Férrico y un Polímero Aniónico a diferentes concentraciones y a diferentes volúmenes de dosificaciones con el fin de determinar el mejor oxidante y coagulante químico para tratar el agua residual.

Mediante las pruebas de Test de Jarras se simulaban en los diferentes procesos de coagulación y sedimentación en los procesos de descarga generados por cada una de las etapas, con el fin de remover los fluidos suspendidos y la dosificación de los reactivos. Estas pruebas permiten tratar a pequeña escala en el laboratorio lo que se podría realizar a nivel industrial.

A continuación se muestran las pruebas realizadas de las distintas muestras obtenidas.

2.2.4.1. Químicos Utilizados

Para el agua de Lavado y Pelambre se utilizó dos tipos de oxidantes que tendremos a continuación. Los oxidantes son preparados al 5%

Tabla 32-2. Pruebas con Oxidantes

Tipo de agua	Reactivos químicos	Volumen (mL)	Sulfuros mg/L
Lavado	Permanganato de potasio	15	18
	Sulfato de Manganeso	10	16
Pelambre	Permanganato de potasio	12	20
	Sulfato de Manganeso	8	15

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En este caso con los dos oxidantes dio un buen resultado ya que los dos químicos bajan el sulfuro pero en este caso se tomó en cuenta al sulfato de manganeso al 5% ya que fue el químico con mejores resultados que disminuye el sulfuro a un nivel más bajo y el volumen del químico también es menor, con un 10 ppm para el agua de lavado y 8ppm para el agua de lavado.

Tabla 33-2. Pruebas de químicos utilizados

Etapa	pH agua residual	Químicos	Volumen (mL)	pH agua tratada	turbiedad
Lavado	8,68	Na OH (5%)	25	8,05	127
	8,68	Sulfato de Aluminio (5%)	15	6,53	18
	8,68	Policloruro de Aluminio (5%)	30	7,47	72
Pelambre	12,73	Sulfato de Aluminio (5%)	25	9,23	55
	12,73	Policloruro de Aluminio (5%)	30	8,97	97
	12,73	Cloruro Férrico (5%)	15	8,6	17
		Polímero Aniónico (2%)	0,5		
Curtido	4,96	Cal (5%)	10	8,80	17
Teñido	3,14	Sulfato de aluminio (5%)	15	7,32	30
	3,14	NaOH (5%)	5	6,2	12

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Se concluye que el sulfato de aluminio al 5% con una dosificación de 15 ppm para el agua de lavado y 5 ppm para el agua de teñido y el cloruro férrico al 5% como coagulante para el agua pelambre con dosificación de 15 ppm y el Polímero Anionico al 1% dosificación de 0,5ppm, Cal al 5% para el agua de curtido la dosificación 10 ppm, los químicos utilizados son los adecuadas para controlar los parámetros que se encontraban fuera de la norma como: DQO, DBO, turbiedad, Solidos.

2.2.4.2. *Dosificación de Químicos para la Etapa de Agua de Lavado*

Tabla 34-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Manganeso al 5%

# de jarras de (100mL)	pH de agua residual	Dosis de solución	pH de agua oxidada	Sulfuro mg/L
1	8,68	1mL	5,02	180
2	8,62	3mL	6,01	150
3	8,59	5mL	5,59	77
4	8,60	8mL	6,59	27
5	8,57	10mL	6,49	<1

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

El sulfuro depende del oxidante que se coloca y el tiempo de aireación que se le da al agua residual para así pueda disminuir el sulfuro en el agua y no sea emanado al medio.

Se calculara el Sulfato de Manganeso al 5% en el agua de lavado

$$\frac{10\text{mLMnSO}_4}{1\text{L.AR}} * \frac{45600\text{L.AR}}{\text{Dia}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 456 \text{ L/Día}$$

Preparación del Sulfato de Manganeso

5g \longrightarrow 0,1 L

X \longleftarrow 1000 L X= 50 Kg de Sulfato de Manganeso

X= 50 Kg de Sulfato de Manganeso se hace una dilución en 1000L de agua. Se va utilizar 456 L/Día de MnSO_4 , lo que resta de la dilución se va almacenar para el siguiente tratamiento que es el agua de pelambre que también se utiliza el sulfato de manganeso para utilizar el agua.

Tabla 35-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Aluminio al 5%

# de jarras de (100mL)	pH de agua oxidada	Dosis de solución	pH de agua tratada	Turbiedad(NTU)
1	5,02	1mL	6,45	390
2	6.01	5mL	6.48	250
3	5,59	10mL	6,48	120
4	6,59	12mL	6,47	35
5	6,49	15mL	6,50	18

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Se calculara el Sulfato de Aluminio al 5% en el agua de lavado

$$\frac{15\text{mLAl}_2(\text{SO}_4)_3}{1\text{L.AR}} * \frac{45600\text{L.AR}}{\text{Dia}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 684 \text{ L/Día}$$

Preparación de sulfato de Aluminio

X= 50 Kg de Sulfato de Aluminio se hace una dilución en 1000L de agua. Se va utilizar 685 L/Día de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ lo que resta se va almacenar para ser utilizado para el siguiente tratamiento que también se utiliza para el agua de teñido.

En los siguientes gráficos se va observar al agua residual como es antes y después del tratamiento

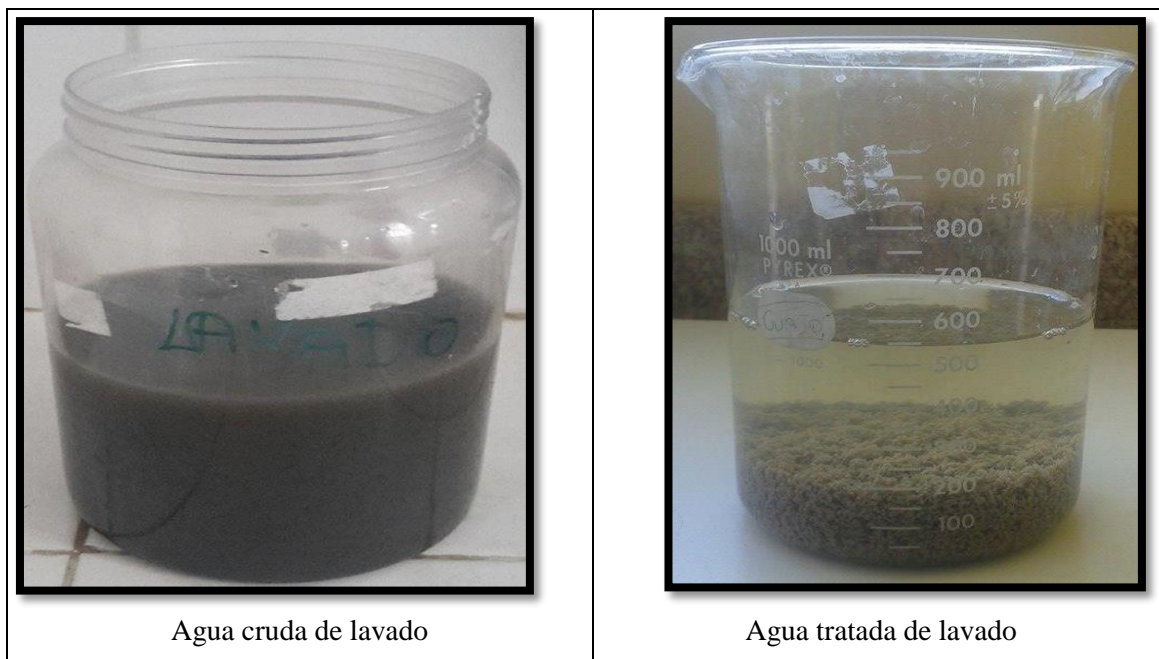


Gráfico 2-2. Agua residual y tratada de lavado

Fuente: Gladys Amangandi 2016

2.2.4.3. *Dosificación de Químicos para la Etapa de Agua de Pelambre*

Tabla 36-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Manganeso al 5%

# de jarras de (100mL)	pH de agua residual	Dosis de solución	pH de agua oxidada	Sulfuro mg/L
1	12,73	1mL	10,11	320
2	12,45	2mL	11,12	250
3	12,11	4mL	12,11	110
4	12,42	6mL	12,19	18
5	12,43	8mL	11,49	<1

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

El sulfuro disminuye de acuerdo al oxidante que se coloca y el tiempo de aireación que se le da al agua residual de pelambre para así pueda disminuir el sulfuro que se encuentra en el agua.

Sulfato de Manganeso al 5% en el agua de Pelambre

$$\frac{8\text{mLMnSO}_4}{1\text{L.A.R}} * \frac{36460\text{L.A.R}}{\text{Día}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 291,68 \text{ L/Día}$$

X= 50 Kg de Sulfato de Manganeso se hace una dilución en 1000L. Se va utilizar 291,68L / Día

➤ Cloruro Férrico

Antes de colocar el cloruro férrico se debe disminuir el pH con ácido sulfúrico a 1 ml/L para disminuir a un pH neutro o menor que ello para que así tenga una buena sedimentación.

$$\frac{1\text{mLH}_2\text{SO}_4}{1\text{L.AR}} * \frac{36460\text{L.AR}}{\text{Día}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 36.46 \text{ L/Día}$$

La turbidez del agua es demasiada alta, lo cual es necesario la utilización de un polímero aniónico.

Tabla 37-2. Diferentes Dosificaciones de Cloruro Férrico al 5%

# de jarras de (100mL)	pH de agua oxidada con ácido	Dosis de solución de cloruro férrico	pH de agua tratada	Turbiedad (NTU)
1	6,75	2mL	9,22	280
2	6,45	4mL	9,44	186
3	6,55	5mL	9,55	101
4	6,67	10mL	9,51	95
5	6,85	15mL	9,81	75

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

$$\frac{15\text{mLCL}_3\text{Fe}_4}{1\text{L.AR}} * \frac{36460\text{L.AR}}{\text{Día}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 546.9 \text{ L/Día}$$

Preparación del Cloruro Férrico

X= 30 Kg de Cloruro Férrico se hace una dilución en 600L de agua. Se va utilizar 546,9L / Día CL_3Fe y lo que resta se va almacenar para siguiente tratamiento.

➤ Polímero Aniónico

Al colocar el polímero aniónico la turbidez disminuye y hasta la carga orgánica

Tabla 38-2. Diferentes Dosificaciones de Polímero Aniónico al 2%

# de jarras de (100mL)	pH de agua oxidada con ácido	Dosis de solución de polímero aniónico	pH de agua tratada	Turbiedad (NTU)
1	6,75	1ml	5,5	90
2	6.45	0,8ml	6.34	79
3	6,55	0,7ml	6,85	60
4	6,67	0,6ml	7,45	35
5	6,85	0,5ml	8,6	17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

$$\frac{0,5\text{mLpolimero}}{1\text{L.AR}} * \frac{36460\text{L.AR}}{\text{Dia}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 18.23 \text{ L/Día}$$

Preparación del Polímero Aniónico

X= 2 Kg de Polímero aniónico se hace una dilución en 100L de agua. En este caso se va diluir 0,4 Kg en 20 L de agua para que no se desperdicie el polímero ya que es muy difícil de almacenar. Se va utilizar 18,23 L / Día Polímero aniónico.

En la siguiente figura se observa como quedo el agua después del tratamiento.

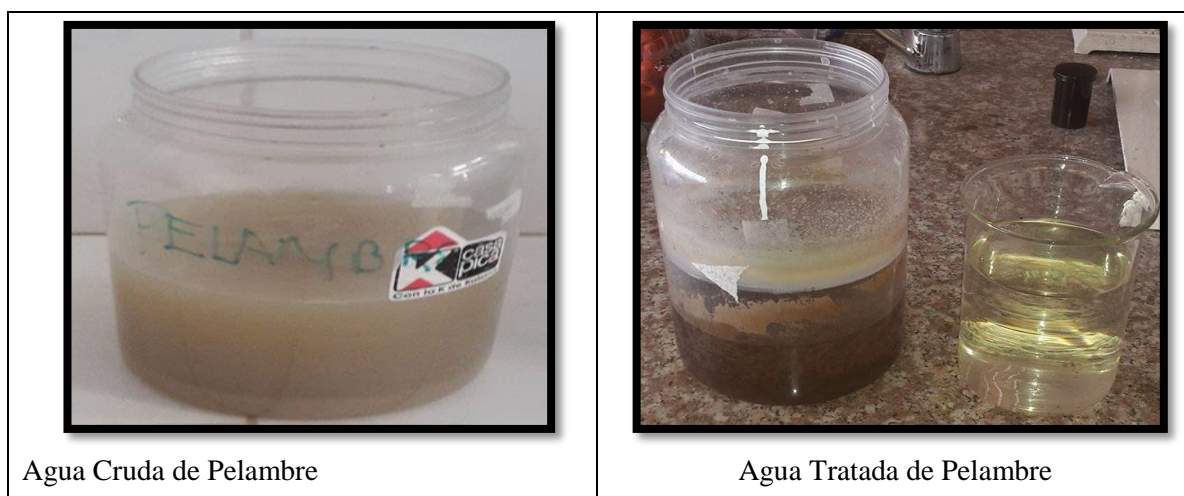


Grafico 3-2. Agua residual y tratada de pelambre

Fuente: Gladys Amangandi 2016

2.2.4.4. Dosificación de Químicos para la Etapa de Agua de Curtido

Al momento de ser colocado la cal al agua de curtido, inmediatamente pasa por un filtro y se tiene la siguiente turbidez.

Tabla 39-2. Diferentes Dosificaciones de Cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) AL 5 %

# de jarras de (100mL)	pH de agua residual	Dosis de solución	pH de agua oxidada	Turbidez (NTU)
1	4,89	2mL	4,99	85
2	4,50	4mL	5,49	55
3	4,11	6mL	7,69	48
4	4,22	8mL	8,99	30
5	4,96	10mL	8,80	17

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

$$\frac{10\text{mL cal}}{1\text{L.AR}} * \frac{20822.4\text{L.AR}}{\text{Dia}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 208.22 \text{ L/Día}$$

Preparación del Polímero Aniónico

X= 10,5 Kg de cal se hace una dilución en 210 L de agua. Se va utilizar 208.22 L/Día de cal en ese caso se va utilizar menor el volumen de cal ya que no se puede almacenar.

En la siguiente figura se observara como queda el agua de curtido después del tratamiento.



Grafico 4-2. Agua residual y tratada de Curtido

Fuente: Gladys Amangandi, 2016

2.2.4.5. Dosificación de químicos para la etapa de agua de Teñido

Tabla 40-2. Diferentes Dosificaciones de Sulfato de Aluminio AL 5 %

# de jarras de (100mL)	pH de agua residual	Dosis de solución	pH de agua oxidada	Turbidez (NTU)
1	3,59	1mL	4,93	85
2	3,60	2mL	4,49	55
3	3,41	3mL	5,69	48
4	3,22	4mL	5,81	30
5	3,14	5mL	6,2	12

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

$$\frac{5mL \text{ cal}}{1L.AR} * \frac{17712L.AR}{Dia} * \frac{1L}{1000ml} = 88.56 \text{ L/Día}$$

Preparación de Sulfato de Aluminio

X= 5 Kg de sulfato de aluminio se hace una dilución en 100L de agua. Se va utilizar 88.56 L/Día de cal.

En estas figuras se observará el cambio que tiene las aguas después del tratamiento

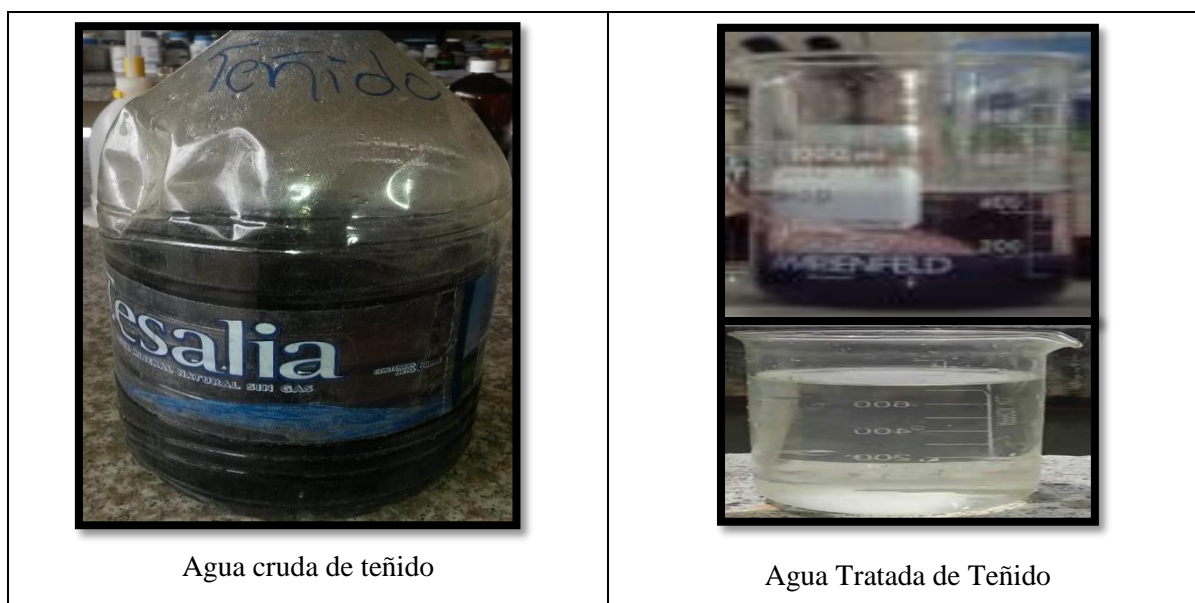


Grafico 5-2. Agua residual y tratada de Teñido

Fuente: Gladys Amangandi, 2016

2.3. Caracterización del Agua Residual después de las pruebas de tratabilidad

Los resultados de la prueba de tratabilidad se pueden apreciar a continuación de cada una de las etapas, estos resultados se puede observar en el anexos D, E, F, G, aguas tratadas.

Tabla 41-2. Agua Tratada de Lavado

Determinaciones	Unidades	Método	Limites	Resultados	Cumple
pH	Und,	4500-B	5-9	6,5	SI
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	18	SI
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	9,52	SI
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	478	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	209	SI
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	<1	SI
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	45	SI
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	2	SI
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	-----	120	SI
Compuestos fenólicos	mg/L	5540-C	2,0	1,75	SI

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Tabla 42-2. Agua Tratada de Pelambre

Determinaciones	Unidades	Método	Limites	Resultados	Cumple
pH	Und,	4500-B	5-9	8,6	SI
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	17	SI
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	4,7	SI
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	512	NO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	296	NO
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	<1	SI
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	120	SI
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	85	SI
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	615	SI
Alcalinidad	mg/L	2320-B	-----	240	SI

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Tabla 43-2. Agua Tratada de Curtido

Determinaciones	Unidades	Método	Limites	Resultados	Cumple
pH	Und,	4500-B	6-9	8,8	SI
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	17	SI
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	21,2	SI
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	420	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	58	SI
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	<1	SI
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	<0,1	SI
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	852	SI
Cromo Hexavalente	mg/L	HACH-8023	0,5	0,026	SI
Compuestos fenólicos	mg/L	APHA 5530	0,2	0,130	SI

Realizado: Gladys Amangandi, 2016**Tabla 44-2.** Agua Tratada de Teñido

Determinaciones	Unidades	*Método	**Limites	Resultados	Cumple
pH	Und.	4500-B	5-9	6,2	SI
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	12	SI
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	5,2	SI
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	95	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	20	SI
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	27	SI
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	<1	SI
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	480	SI

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

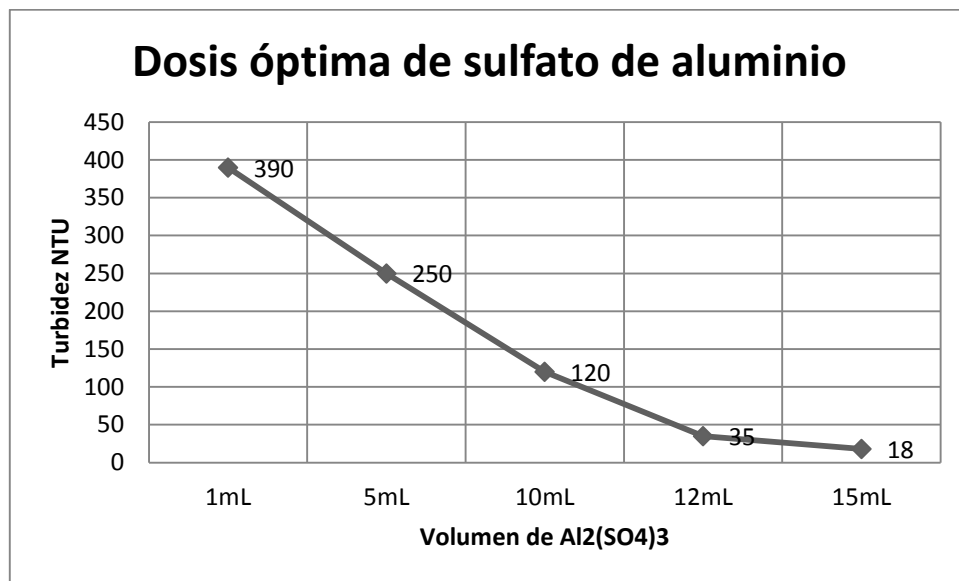
CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Resultados de pruebas de tratabilidad con coagulantes

➤ ETAPA DE LAVADO

Gráfico 1-3. Dosis óptima de Sulfato de Aluminio

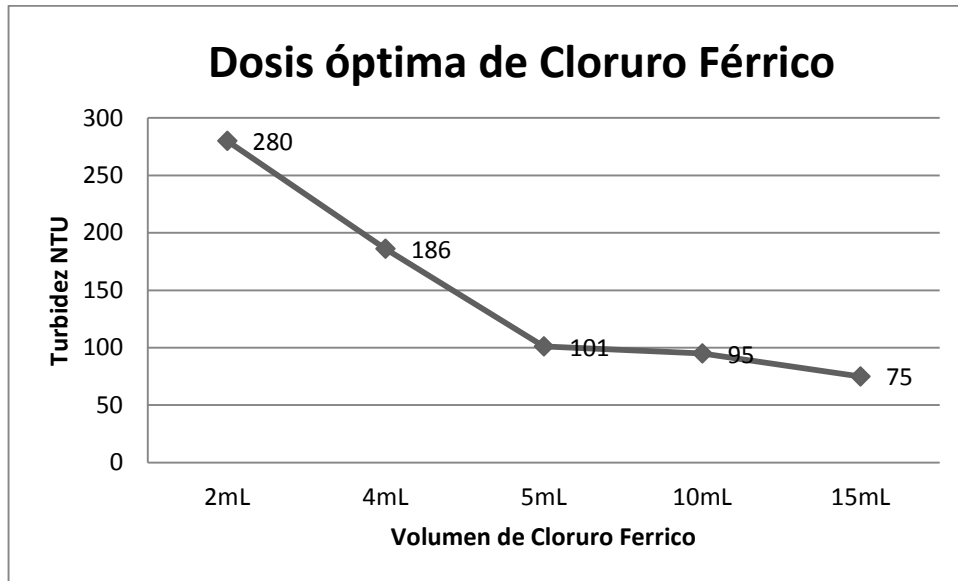


Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En esta etapa de lavado el volumen de Sulfato de Aluminio se observa en la Tabla 35-2, el agua pasa primero por un sistema de aireación con la ayuda de un oxidante disminuye los sulfuros después de ello se coloca con las pruebas de jarras la dosis óptima de Sulfato de Aluminio que es de 15 ml con una turbidez del 10 NTU y un tiempo de agitación de cinco minutos seguido de un tiempo de reposo de 30 min.

➤ **ETAPA DE PELAMBRE**

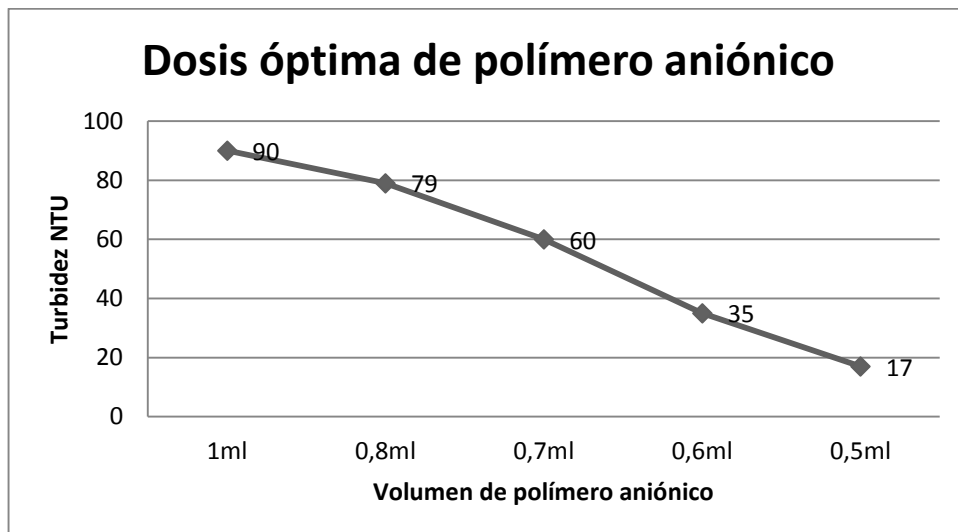
Gráfico 2-3- Dosis óptima de Cloruro de aluminio



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En la etapa de pelambre después de pasar por un oxidación de sulfuros se va colocar el coagulante que es el cloruro férrico dato tomados de la tabla 37-2, los lodos no sedimenta en su totalidad por lo que requiere de un polímero aniónico.

Gráfico 3-3. Dosis óptima de Polímero aniónico

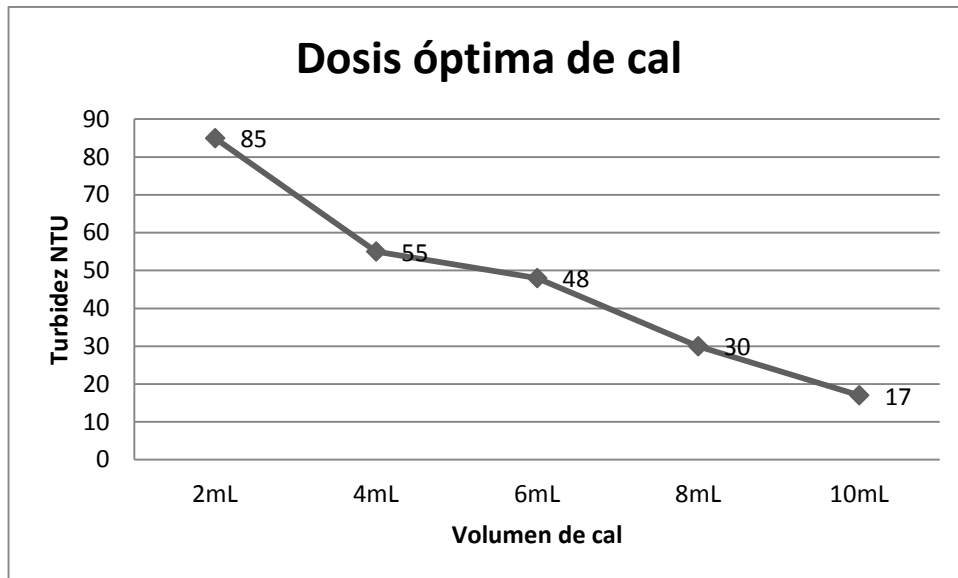


Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Este polímero aniónico datos obtenidos de la tabla 38-2, ayudo a que los lodos precipiten rápidamente obteniendo una turbidez baja a lo que se obtiene solo con el cloruro férrico la dosis óptima es de 0,5 mL con una turbidez del 17 NTU con un tiempo de agitación de cinco minutos con un tiempo de reposo de 30 min.

➤ ETAPA DE CURTIDO

Gráfico 4-3. Dosis óptima de Cal

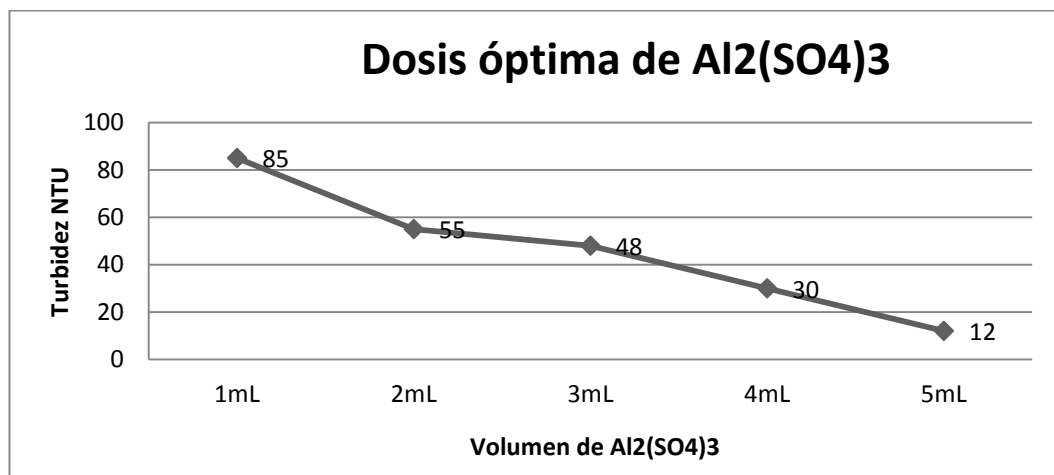


Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En la etapa de curtido el volumen se puede observar en la tabla 39-2, la cal ayuda a precipitar al cromo y con la ayuda de un filtro que nos ayudó a disminuir la parte de los parámetros que se encontraba fuera de la norma establecida, la dosis óptima de la cal es 10 mL con un tiempo de agitación de cinco min una turbidez del 17 NTU.

➤ ETAPA DE TEÑIDO

Gráfico 5-3. Dosis óptima de Sulfato de aluminio



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

En la etapa de teñido, el volumen del Sulfato de Aluminio se observar en la tabla 40-2, este coagulante ayuda a precipitar la anilina que se encuentra en el agua se obtiene una turbidez de

12 NTU. La dosis óptima de Sulfato de aluminio es de 5 mL con un tiempo de agitación de cinco min, con un tiempo de reposo de 30 min.

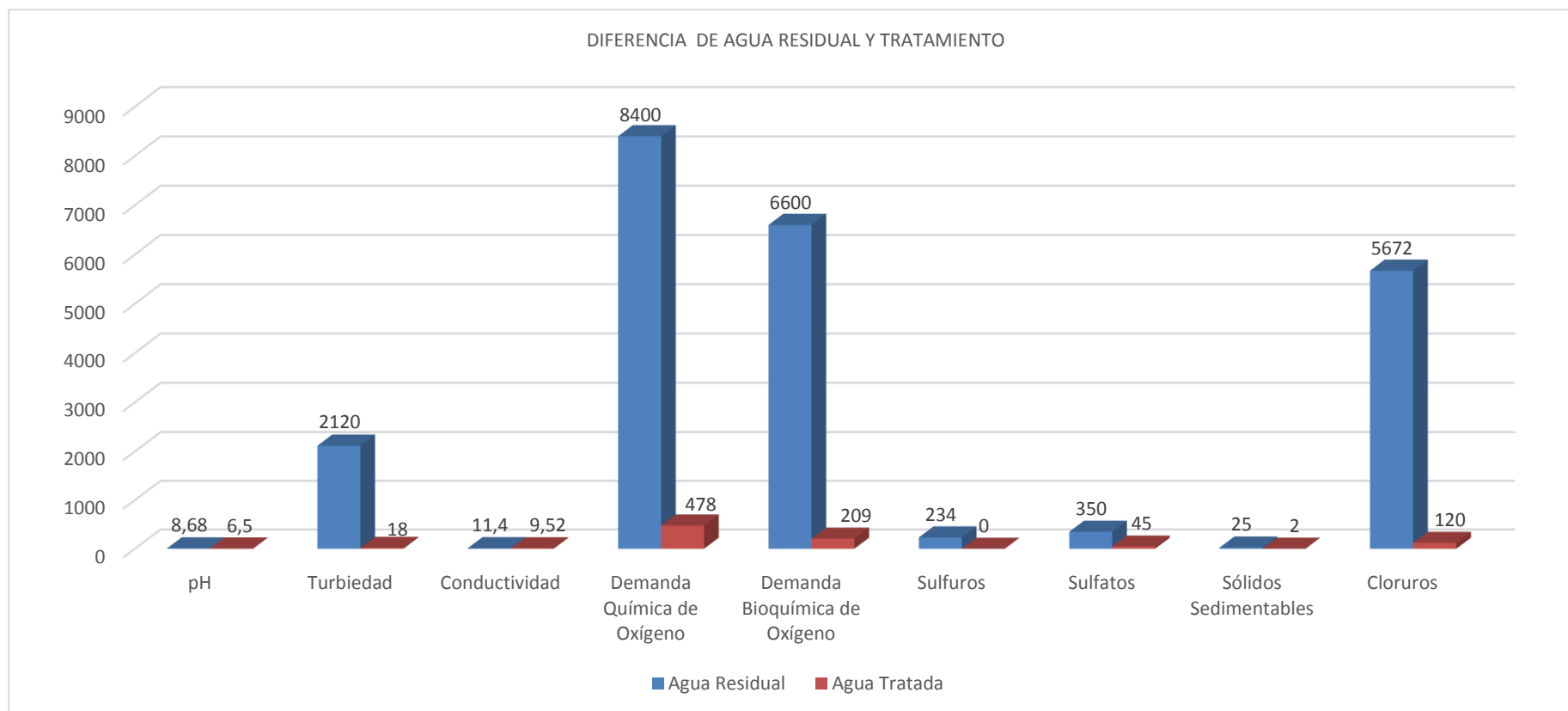
3.2. Comparación de Resultados de Agua Residual Lavado antes y después del Tratamiento

Tabla 1-3. Agua residual y tratada Lavado

Parámetros	Agua Residual	Agua Tratada
pH	8,68	6,5
Turbiedad	2120	18
Conductividad	11,4	9,52
Demanda Química de Oxígeno	8400	478
Demanda Bioquímica de Oxígeno	6600	209
Sulfuros	234	<1
Sulfatos	350	45
Sólidos Sedimentables	25	2
Cloruros	5672	120

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 6-3. Agua Residual y Tratada de Lavado



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

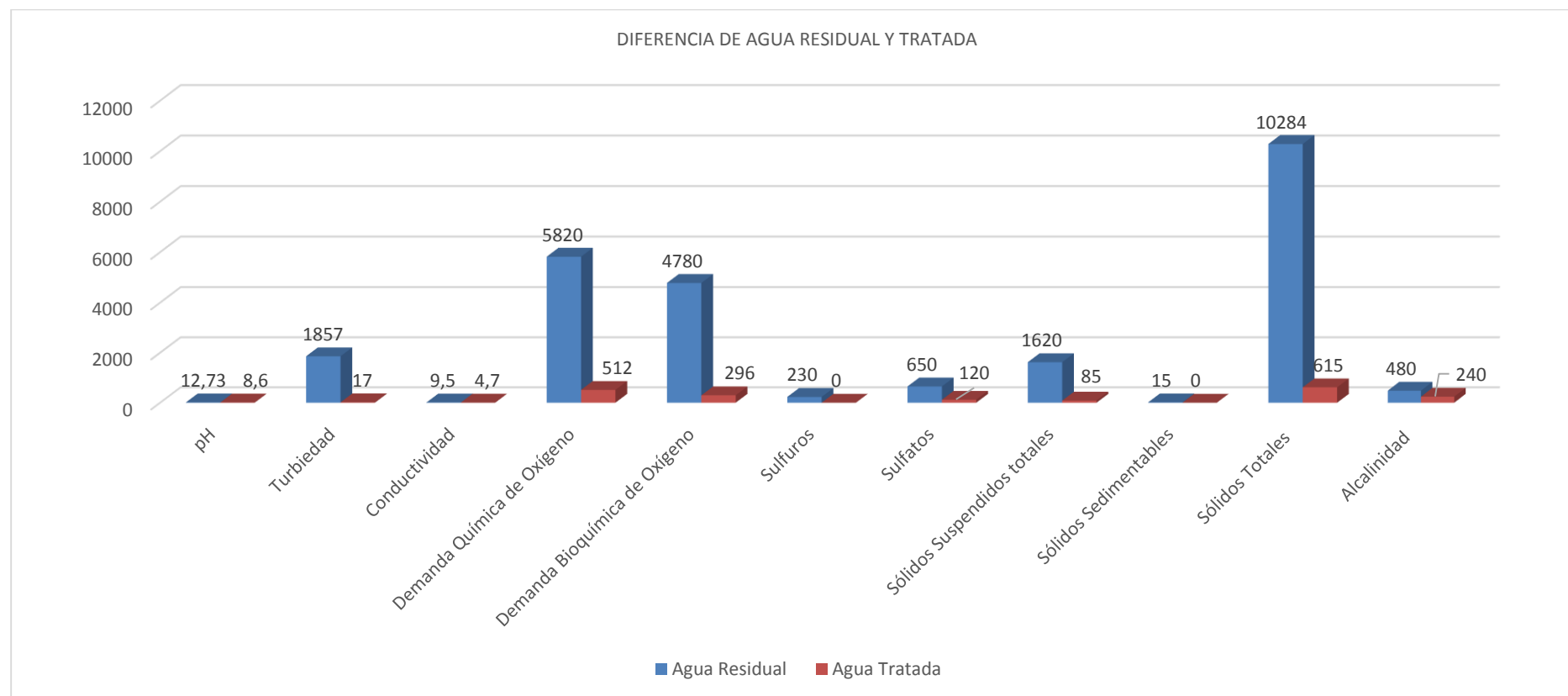
En este grafico se puede verificar la diferencia que existe de las aguas a la entrada y salida que se logró conseguir con las dosificaciones adecuadas y los químicos utilizados.

Tabla 2-3. Agua residual y tratada de Pelambre

Parámetros	Agua Residual	Agua Tratada
pH	12,73	8,6
Turbiedad	1857	17
Conductividad	9,5	4,7
Demanda Química de Oxígeno	5 820	512
Demanda Bioquímica de Oxígeno	4 780	296
Sulfuros	230	<1
Sulfatos	650	120
Sólidos Suspendidos totales	1620	85
Sólidos Sedimentables	15	<0,8
Sólidos Totales	10284	615
Alcalinidad	480	240

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 7-3. Agua Residual de Pelambre



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

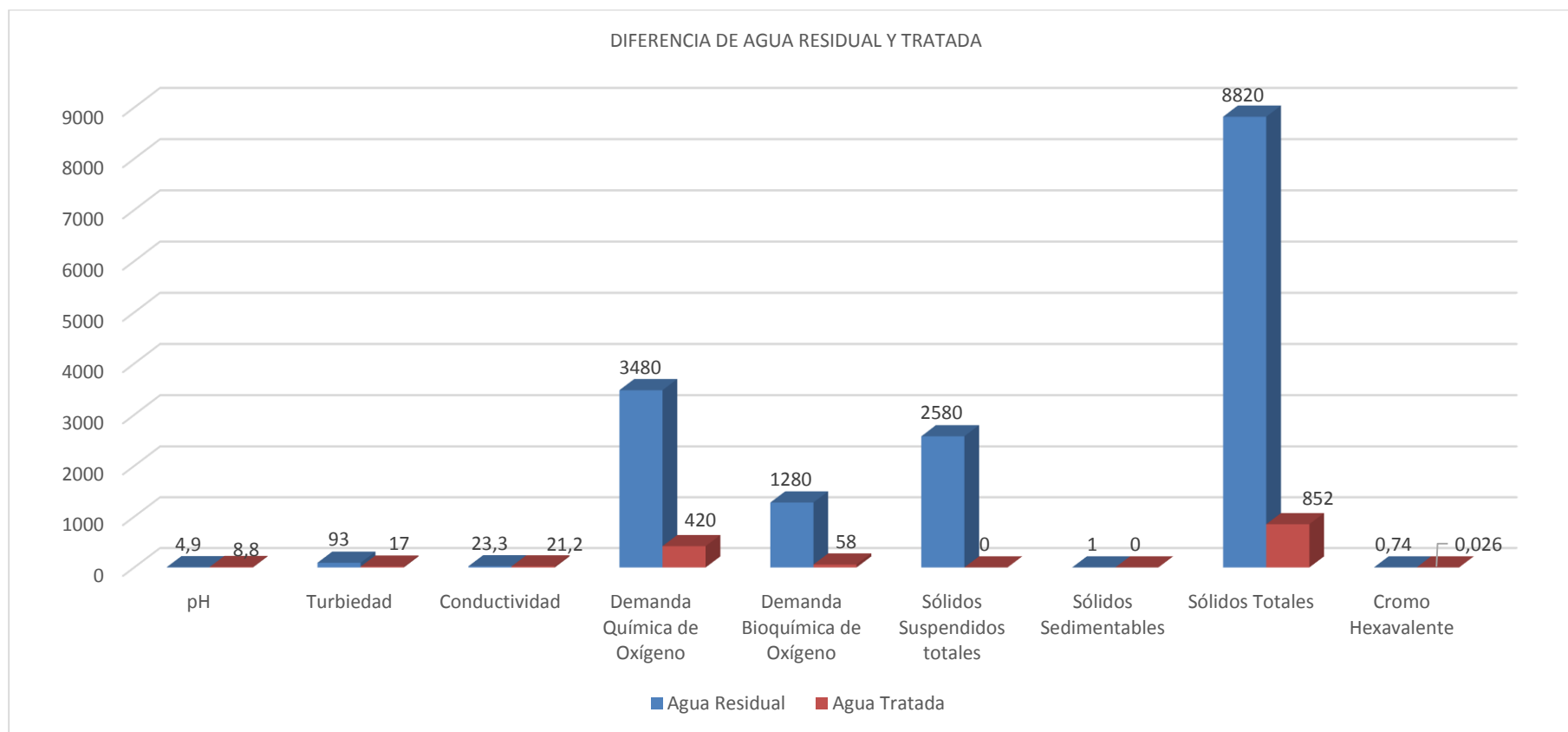
En esta etapa de pelambre se puede ver claramente como los parámetros de entrada son altamente contaminados y salida van disminuyendo con el tratamiento adecuado que se le dio a estas aguas. En el caso del DQO Y DBO5 son parámetros que no cumplen con establecido por la norma, pero ya no es una agua tan contaminada como al inicio del tratamiento ya que la diferencia que existe con el parámetro de descarga con el resultado del tratamiento es muy poca.

Tabla 3-3. Agua residual y tratada Curtido

Parámetro	Agua Residual	Agua Tratada
pH	4,9	8,8
Turbiedad	93	17
Conductividad	23,3	21,2
Demanda Química de Oxígeno	3 480	420
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1 280	58
Sólidos Suspendidos totales	2 580	<1
Sólidos Sedimentables	1	<0,1
Sólidos Totales	8 820	852
Cromo Hexavalente	0,74	0,026

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 8-3. Agua Residual de Curtido



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

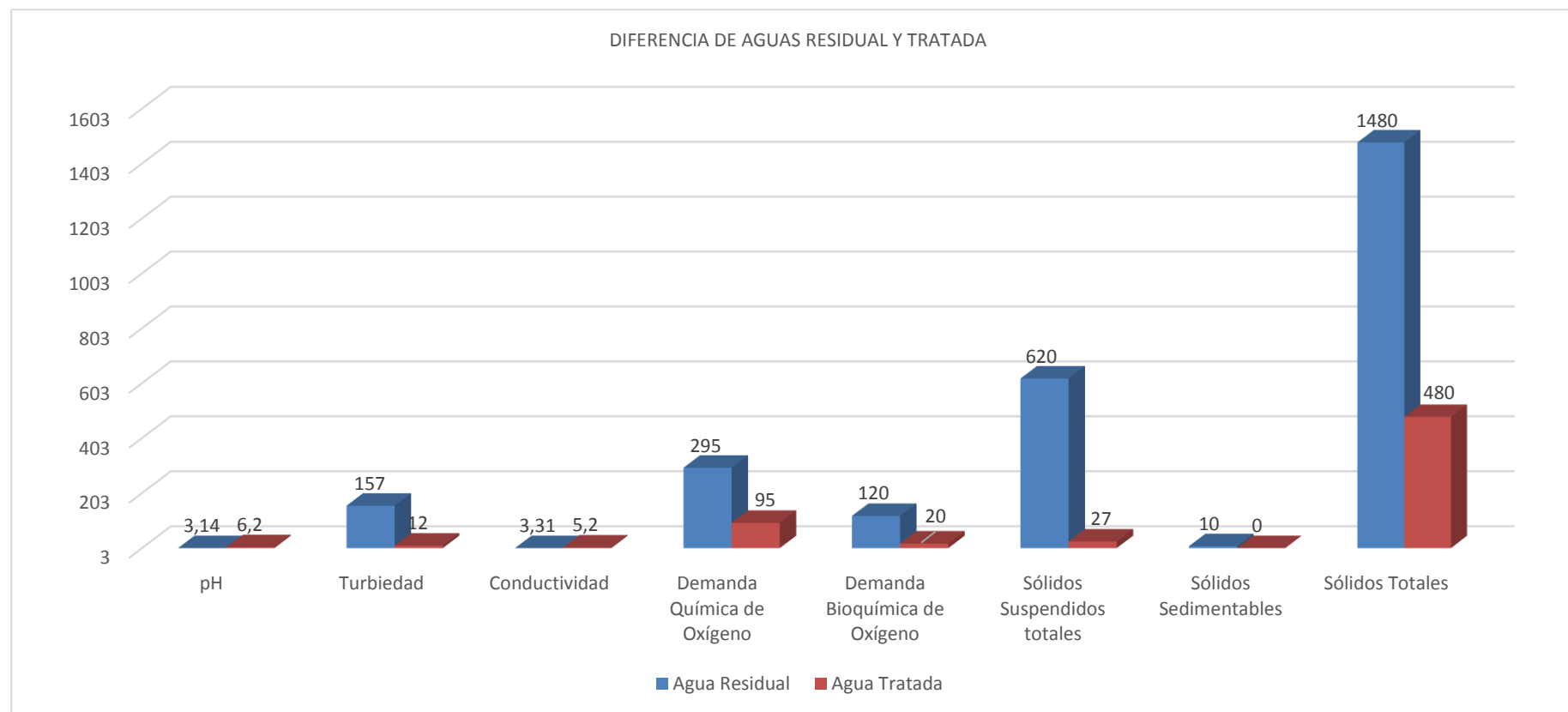
El agua de curtido es la etapa donde contiene un elevado valor de cromo que es muy toxico y se logró disminuir con la ayuda de la cal y un filtro descendente que nos ayudó a mejorar los parámetros.

Tabla 4-3. Agua residual y tratada Teñido

Parámetros	Agua Residual	Agua Tratada
pH	3.14	6,2
Turbiedad	157	12
Conductividad	3.31	5,2
Demanda Química de Oxígeno	295	95
Demanda Bioquímica de Oxígeno	120	20
Sólidos Suspendidos totales	620	27
Sólidos Sedimentables	10	<1
Sólidos Totales	1480	480

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 9-3. Agua Residual de Teñido



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

El agua de teñido es la única que cumple con los parámetros este teniendo solo problemas con la turbidez y los sólidos que con la ayuda de un coagulante se pudo sedimentar y se logra un agua menos turbia con menos sólidos.

3.3. Resultados Porcentaje de remoción obtenido después del tratamiento

Una vez conseguido los resultados de las aguas tratadas de cada una de las etapas es necesario conocer el porcentaje de remoción de cada uno de los contaminantes, para lo cual se toma en consideración los valores iniciales de la caracterización de las aguas no tratadas y el resultado obtenido después del tratamiento.

✓ Etapa de Lavado

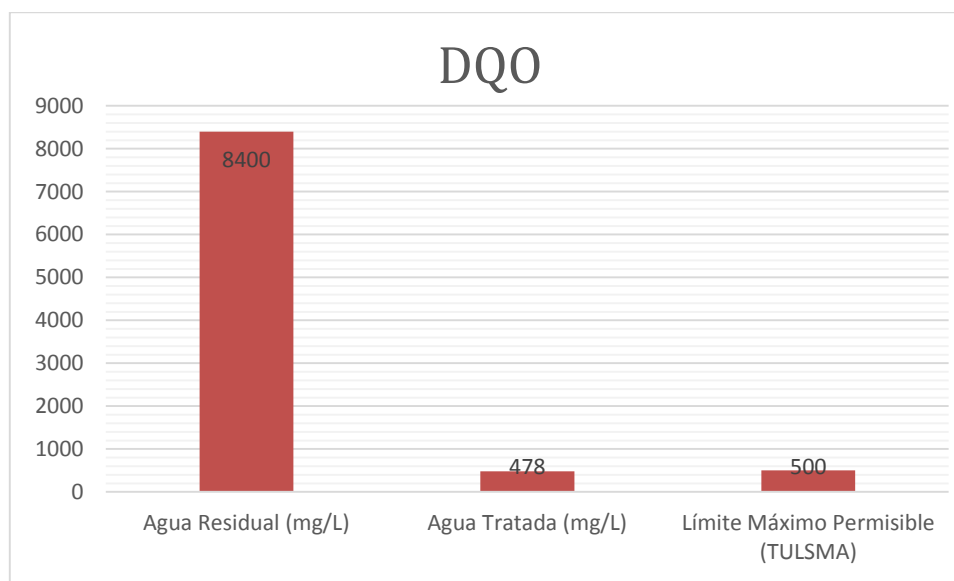
Porcentaje de remoción de DQO

Tabla 5-3. Caracterización química del DQO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
8400	478	94,31	500

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 10-3. Disminución del DQO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

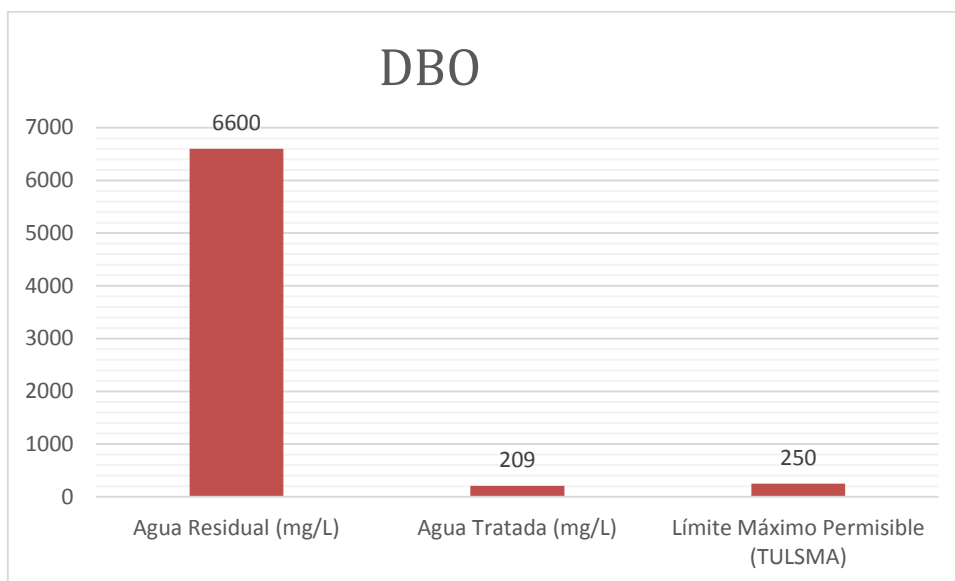
Porcentaje de remoción de DBO

Tabla 6-3. Caracterización química del DBO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
6600	209	96,83	250

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 11-3. Disminución del DBO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

✓ **Etapas de pelambre**

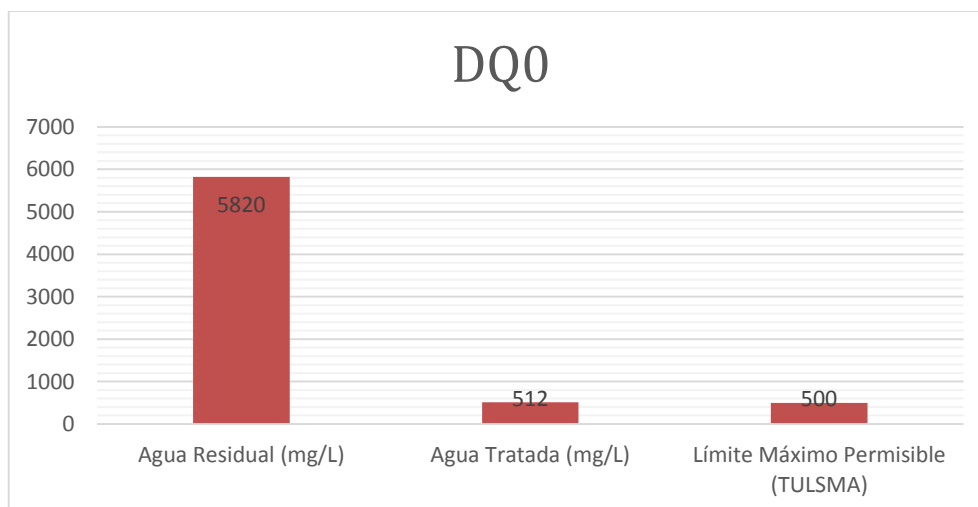
Porcentaje de remoción de DQO

Tabla 7-3. Caracterización química del DQO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
5820	512	91,20	500

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 12-3. Disminución del DQO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

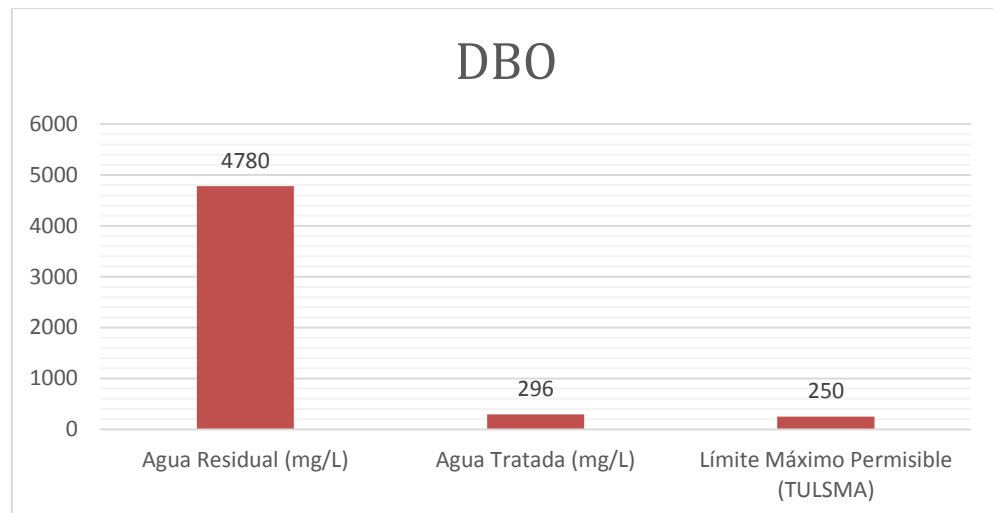
Porcentaje de remoción de DBO

Tabla 8-3. Caracterización química del DBO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
4780	296	93,81	250

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 13-3. Disminución del DBO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

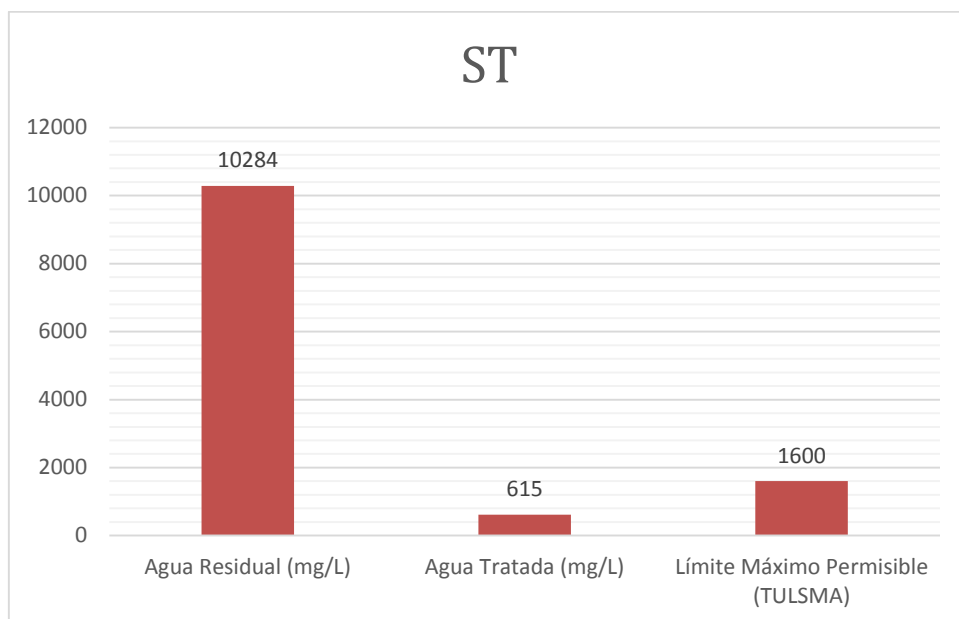
Porcentaje de remoción de ST

Tabla 9-3. Caracterización química de Sólidos Totales

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
10284	615	94,02	1600

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 14-3. Disminución del Sólidos Totales



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

✓ **Etapas de Curtido**

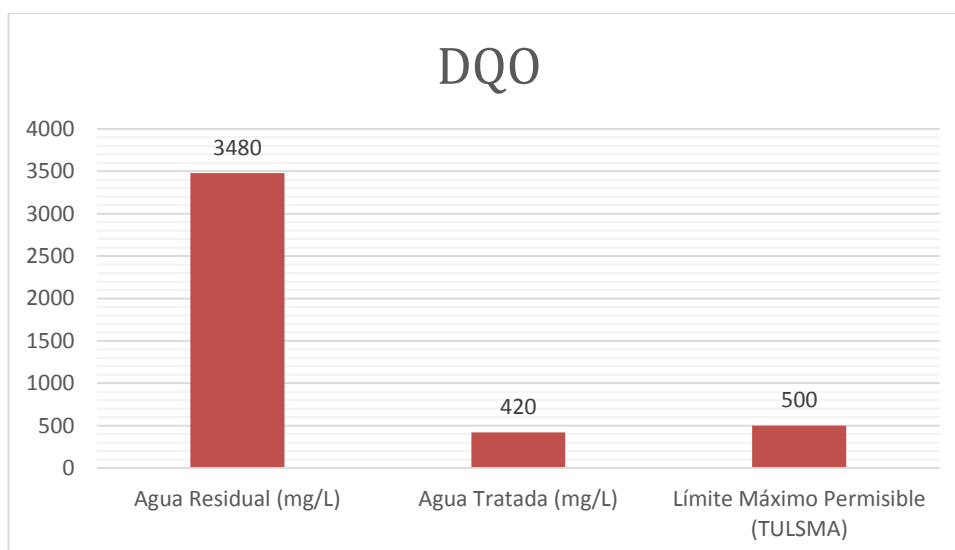
Porcentaje de remoción de DQO

Tabla 10-3. Caracterización química del DQO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
3480	420	87,93	500

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 15-3. Disminución del DQO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

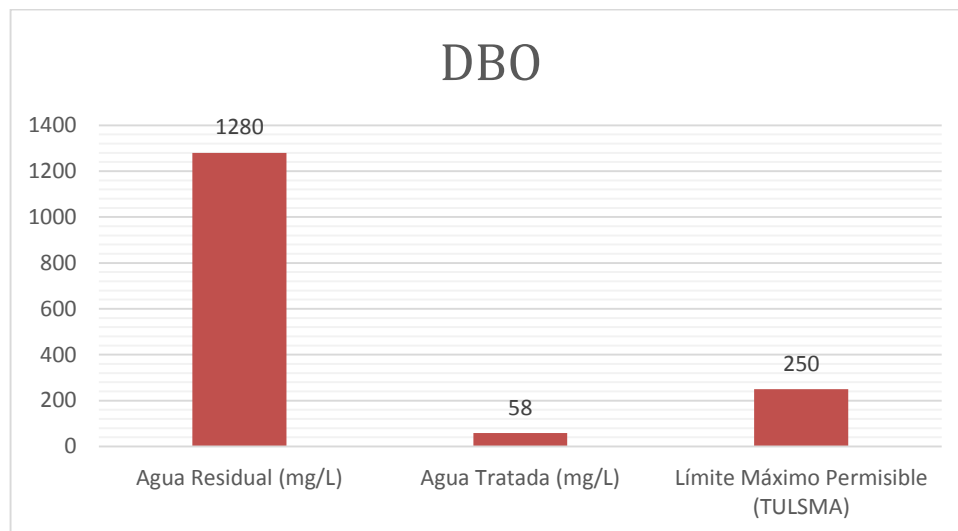
Porcentaje de remoción de DBO

Tabla 11-3. Caracterización química del DBO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
1280	58	95,47	250

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 16-3. Disminución del DBO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

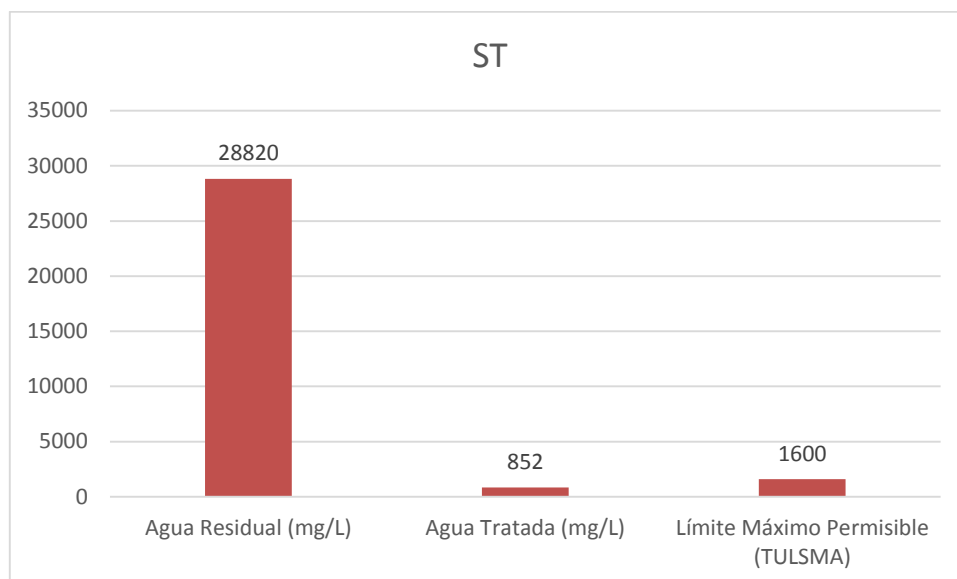
Porcentaje de remoción de ST

Tabla 12-3. Caracterización química de Sólidos Totales

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
28820	852	97,04	1600

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 17-3. Disminución del Sólidos Totales



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

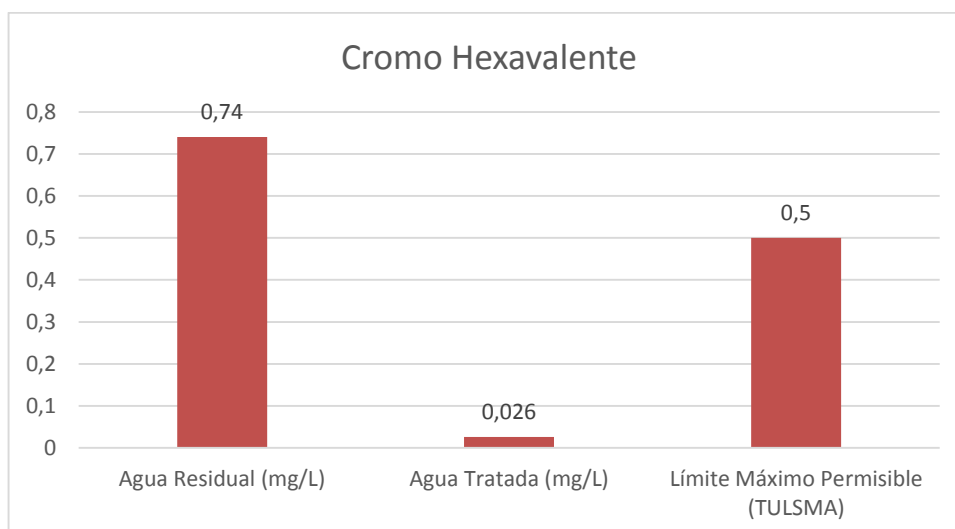
Porcentaje de remoción de Cromo Hexavalente

Tabla 13-3. Caracterización química de Cromo VI

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
0,74	0,026	96,49	0,5

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 18-3. Disminución del Cromo VI



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

✓ **Etapa de Teñido**

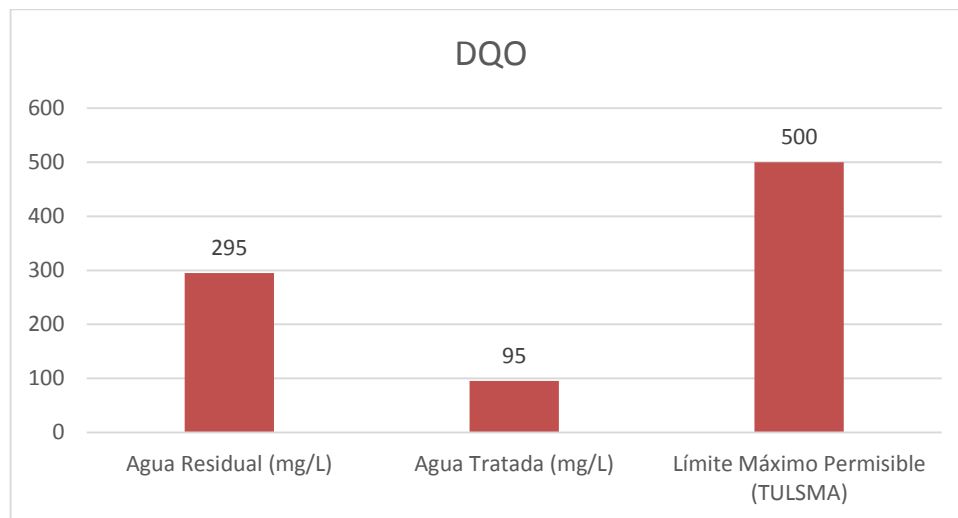
Porcentaje de remoción de DQO

Tabla14-3. Caracterización química del DQO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
295	95	67,80	500

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 19-3. Disminución del DQO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

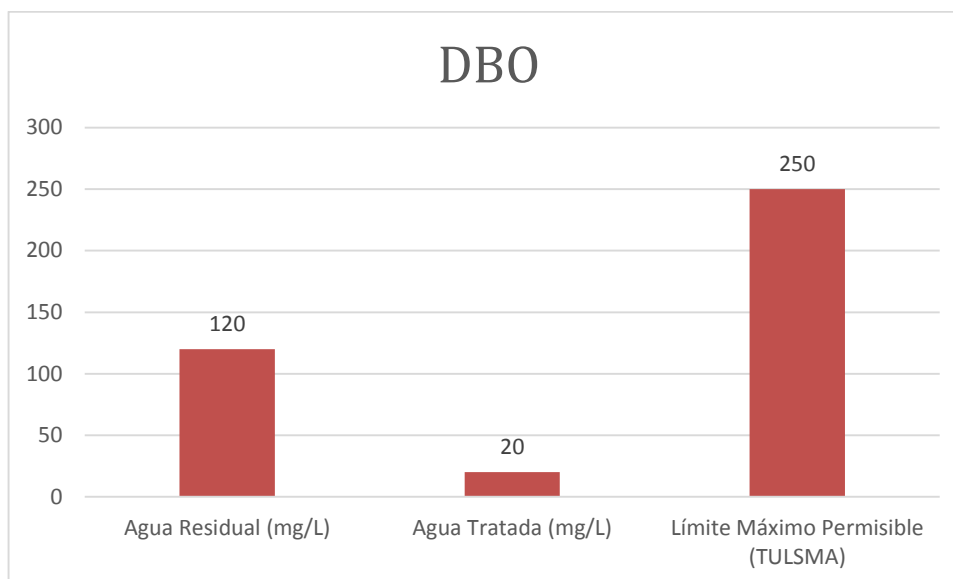
Porcentaje de remoción de DBO

Tabla 15-3. Caracterización química del DBO

Agua Residual (mg/L)	Agua Tratada (mg/L)	% Remoción	Límite Máximo Permisible (TULSMA)
120	20	83,33	250

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Gráfico 20-3. Disminución del DBO



Realizado: Gladys Amangandi, 2016

3.2. Consideraciones para el rediseño

El Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Curtiembre Quisapincha, se realizó en base a la caracterización del efluente a la entrada de la planta como a la salida del efluente tratado; con los resultados obtenidos me llevaron a realizar los siguientes cálculos:

3.3.1. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Curtiembre Quisapincha

a) Determinación de Caudal de la Etapa de Lavado

Los caudales serán calculados en la etapa de Lavado y Pelambre ya que en estas dos etapas se rediseñará utilizando la Ecuación 1.

El caudal de la etapa de lavado se calculará con la siguiente fórmula teniendo como datos el volumen de 10Lt y el tiempo de 18.986s

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{10Lt}{18.986s}$$

$$Q = 0,527Lt/s$$

$$Q = 0.000527m^3/s$$

Como un tratamiento preliminar no será necesario el rediseño de las rejillas por la razón que en la industria ya existe. El agua de las diferentes etapas a la salida de los bombos que pasan directamente por rejas SR-1, pasando luego por el canal a la maquina separadora de solidos SR-2, donde son separados los sólidos gruesos, medios y pequeños (1mm).

Cabe recalcar que las rejillas son utilizadas para las cuatro etapas por lo cual no es necesario su rediseño ya que se encuentra en las condiciones adecuadas de funcionamiento.

b) Calculo de inyección de Aire para el Agua de Lavado

Para lo cual se diseñara un sistema de aireación para el tanque 1 donde se almacena el agua de lavado debe ser oxigenada con sulfato de manganeso tomando en consideración que el tanque de aireación ya se encuentra implementada y tiene un volumen de 50m³, la cantidad agua que se almacena es de 40 a 46 m³/d

➤ Calculo de caudal de aire en función del DBO₅

Calculo de DBO₅ que se alimenta al sistema diariamente para el agua de descarga del proceso de lavado:

Se partirá de las siguientes ecuaciones:

$$6600mg \frac{DBO_5}{L} \times \frac{1 Kg DBO_5}{1 \times 10^6 mg DBO_5} \times \frac{1000 L}{1m^3} \times \frac{45,5m^3}{d}$$

$$= 300,5 \frac{Kg DBO_5}{dia}$$

El caudal de aire que se va suministrar al tanque de agua de lavado se calculara mediante la ecuación.

$$300,5 \frac{m^3 DBO_5}{dia} \times \frac{154 m^3 aire}{1 Kg DBO_5} \times \frac{1 dia}{24 horas} \times \frac{1 hora}{60 min}$$

$$= 32,137 \frac{m^3 aire}{min}$$

Dónde:

Q = Caudal de agua a tratar es de 45,5 m³/d

➤ **Calculo de la presión hidrostática.**

Tomando en cuenta que el altura del tanque es 2m tomando en cuenta de que la densidad del agua a 20°C 998 Kg/m³ se partirá de la ecuación 4.

$$P_{H_2O} = \rho \times g \times h$$

$$P_{H_2O} = 1100 \frac{Kg}{m^3} \times 9.8 \frac{m}{s^2} \times 2m$$

$$P_{H_2O} = 21.56 \times 10^3 Pa$$

$$P_{H_2O} = 21.56 \times 10^3 Pa \times \frac{1 atm}{101325 Pa} \times \frac{14.7 Psi}{1 atm}$$

$$P_{H_2O} = 3.13 Psi$$

Aplicando la ecuación 5 se determina la presión absoluta.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{H_2O}$$

$$P_{abs} = 14.7 Psi + 3.13 Psi$$

$$P_{abs} = 17.83 Psi$$

Aplicando la ecuación 6 se determina la variación térmica del aire de compresión.

$$\Delta T_{ad} = \frac{T_1}{\eta} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

En donde:

$\eta = 75\%$

$T_1 = 25^\circ C$ (Temperatura ambiente)

$$\Delta T_{ad} = \frac{273 + 25}{0.75} \left[\left(\frac{17.83}{14.7} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

$$\Delta T_{ad} = 19.682 C$$

Aplicando la ecuación 7 se obtiene a temperatura de salida del aire.

$$T_2 = T_1 + \Delta T_{ad}$$

$$T_2 = 25 + 19.682$$

$$T_2 = 44.68 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para el agua de descarga de proceso de lavado se calcula de acuerdo con el caudal de aire de salida de agua de lavado en l³/min por lo que se tiene una potencia de:

Aplicando la ecuación 8 para determinar la potencia del compresor

$$P_c = \frac{0.22Q}{\eta} \left[\left(\frac{P_2}{14.7} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

$$P_c = \frac{0.22 (1134,90)}{0.75} \left[\left(\frac{17.83}{14.7} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

$$P_c = 18.69 \text{ HP}$$

3.3.2. Diseño del Tanque de Clarificador para la Etapa de Lavado

Se diseñara un tanque de sedimentación de forma circular con el propósito de poder precipitar los lodos de agua residual de la etapa de lavado cuyo diseño se describirá a continuación.

➤ Área Superficial del Sedimentador

El área superficial del sedimentador se obtiene por la ecuación 9

$$A_s = \frac{Q}{C_s}$$

Donde

$$Q = 1,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

Carga superficial es 40 m³/m²*día valor tomado de la tabla 8-1.

$$A_s = \frac{45,6 \text{ m}^3/\text{día}}{40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}} = 1,14 \text{ m}^2$$

➤ **Diámetro del Sedimentador**

El diámetro del sedimentador se puede determinar mediante la ecuación 10:

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}}$$

π = Número irracional (3,14159)

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{1,14m^2}{3,14159}}$$

$$\phi = 1,20 \text{ m}$$

➤ **Radio del Sedimentador**

El radio del sedimentador se calcula mediante la siguiente ecuación 11

$$r = \phi / 2$$

$$r = 1,20 \text{ m} / 2$$

$$r = 0,60 \text{ m}$$

➤ **Volumen del Sedimentador**

Una vez obtenida el área se procede a calcular el volumen del tanque mediante la ecuación 12.

Asumimos una profundidad $H = 3,6 \text{ m}$, valor tomado de la tabla 6-1.

$$V = \pi * r^2 * H$$

$$V = \pi * (0,60)^2 * 3,6 \text{ m}$$

$$V = 4,07 \text{ m}^3$$

➤ **Tiempo de Retención Hidráulico**

Es el tiempo promedio de un volumen de agua residual que va a permanecer en el tanque desde la entrada a la salida, se calcula mediante la ecuación 14.

$$Trh = \frac{V}{Q}$$

$$Trh = \frac{4,07m^3}{1,9 m^3/h}$$

$$Trh = 2,14 \text{ h}$$

➤ Remoción de DBO5 y Sólidos Suspendidos

La tasa de remoción del DBO, se obtendrá mediante la ecuación 15, mediante la tabla 10-1.

$$R \text{ DBO} = \frac{tr}{a + (b \times tr)}$$

$$R \text{ DBO} = \frac{2,14h}{0.018 + (0.020 \times 2,14h)}$$

$$R \text{ DBO} = 35,19\%$$

La tasa de remoción de SST, se utiliza la ecuación 16

$$R \text{ SST} = \frac{tr}{a + (b \times tr)}$$

$$R \text{ SST} = \frac{2,14h}{0.0075 + (0.014 \times 2,14h)}$$

$$R \text{ SST} = 57,13\%$$

➤ Pocetas de Fangos

Al diseñar el sedimentador se debe tener en cuenta el volumen propuesto al almacenamiento de lodos. Los lodos se mueven hidráulicamente hacia una tolva de lodos de donde son extraídos mediante una tubería de desagüe.

Caudal de fango se calculara mediante la ecuación 17

$$Q_f = \frac{W_s}{\rho_s S_{st} P_s}$$

Se tiene un caudal de $45,6\text{m}^3/\text{día}$ sabiendo que los sólidos suspendidos afluente al sedimentador son de 90mg/l y adopta un rendimiento de eliminación de estos sólidos del 60%.

Sólidos secos extraídos:

$$0,60 \cdot 90\text{mg/l} = 54\text{gr/m}^3$$

Peso específico relativo del fango (S_s) = 1.03 tabla 11-1. Contiene un 3% de sólidos (con una humedad de 97%)

Peso de los sólidos secos extraídos (kg/día)

$$W_s = 54\text{gr/m}^3 \cdot 45,6\text{m}^3/\text{día} \cdot 1\text{Kg}/1000\text{gr} = 2,46\text{Kg/día}$$

$$\frac{W_s}{P_s} = \frac{2,46\text{Kg/día}}{3} \cdot 100 = 82\text{Kg/día}$$

$$Q_f = \frac{82\text{Kg/día}}{\frac{1000\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,03} = 0,796\text{m}^3/\text{día}$$

➤ **Volumen de Pocetas**

El volumen de fango se calcula mediante la ecuación 18.

T_r = Tiempo de retención del fango en pocetas (4 h) tabla 12-1.

$$0,796\text{m}^3/\text{día} \cdot 1\text{día}/24\text{h} = 0,033\text{m}^3/\text{h}$$

$$V_p = Q_f \cdot T_r$$

$$V_p = 0,033\text{m}^3/\text{h} \cdot 4\text{h}$$

$$V_p = 0,133\text{ m}^3$$

3.3.3. Diseño de Paletas para la Etapa de Pelambre

➤ **Gradiente de Velocidad del Fluido**

$G = 300\text{ s}^{-1}$ valor del gradiente de velocidad tomado de la tabla 13-1

➤ **Potencia Disipada en la Mezcla**

El parámetro más importante en el diseño de unidades para mezcla es la cantidad de Potencia que se debe suministrar. Teniendo en cuenta la viscosidad dinámica que es, $\mu=1.102 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ Temperatura del agua a 20 °C partiendo de la ecuación 19 se tiene un volumen de tanque de sedimentación es de 5 m³

$$P = G^2 \cdot \mu \cdot V$$

$$P = (300 \text{ s}^{-1})^2 \cdot 1.102 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2 \cdot 8 \text{ m}^3$$

$$P = 1983,6 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ Hp}}{745,7 \text{ W}}$$

$$P = 1,064 \text{ HP}$$

La potencia del motor es: 1,064 Hp por lo que se adquiere uno de 1,0 Hp de fácil acceso en el mercado

➤ **Área requerida de las paletas**

El área de la paleta se calcula mediante la ecuación 20. Donde se tiene un densidad del fluido de $1100 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$, donde la velocidad relativa será de 0,75m/s, con un coeficiente relativa de 1,20, tabla 14.1.

$$A = \frac{2 \cdot P}{C_D \cdot \rho \cdot v^3}$$

$$A = \frac{2 \cdot 1,064 \text{ HP}}{1,20 \cdot 1100 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,75 \text{ m/s}}$$

$$A = 0,0021 \text{ m}^2$$

3.3.4. Mantenimiento del Filtro de Descendente

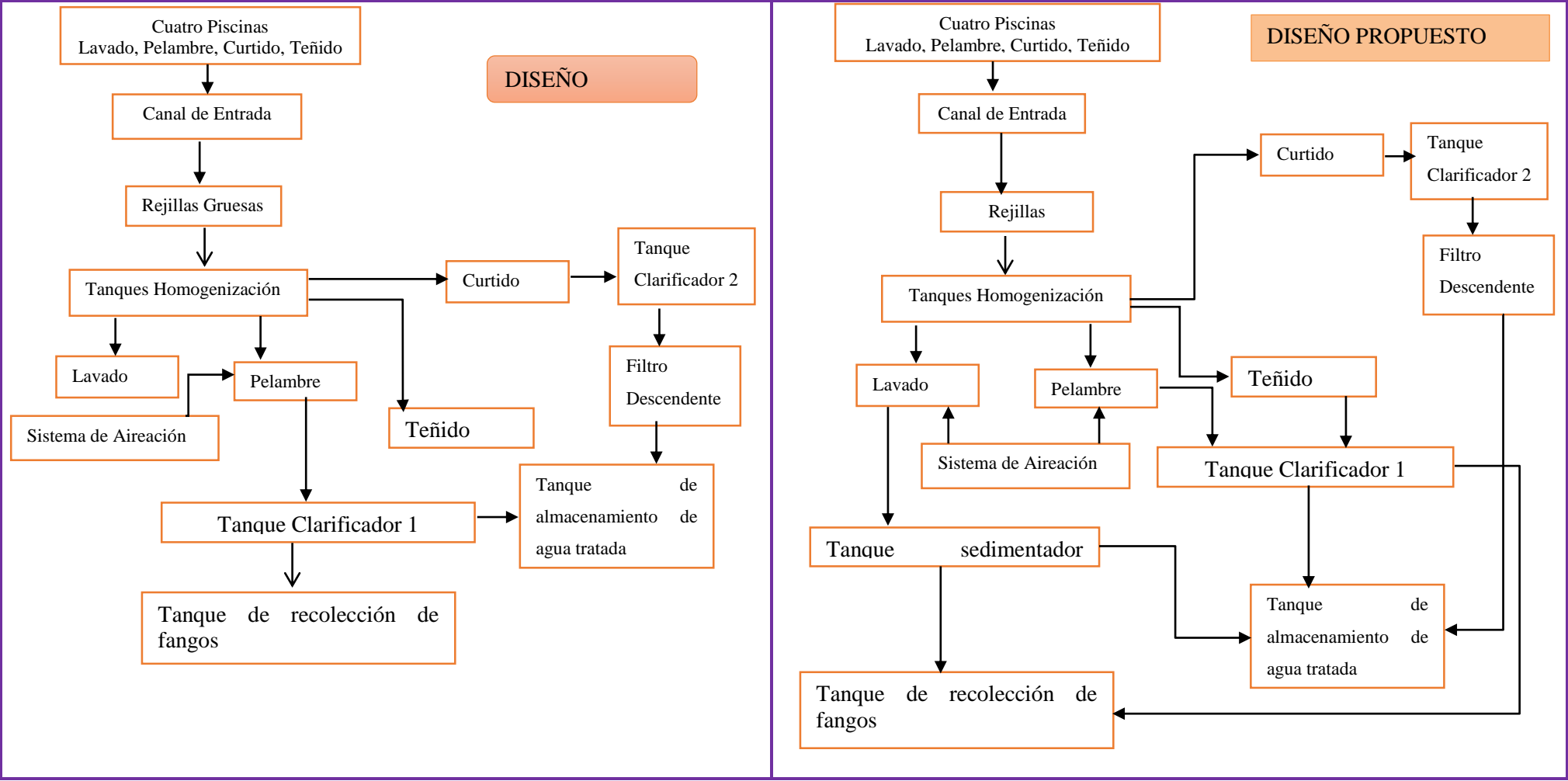
- El mantenimiento que se debe dar al filtro es cada un año ya que agua que se filtra es altamente contaminada ya que contiene cromo y otros metales, la limpieza consiste desde el fondo del filtro, el sistema de drenaje, la caja de filtro y el lavado de grava y arena.
- La arena raspada se debe lavar inmediatamente al momento que sea extraído del filtro ya que tiene materia orgánica adherida provocando malos olores que son muy difícil de remover.

- Para lavar la arena se debe emplear un simple canal donde el flujo de agua mantiene la arena y los residuos en suspensión, la arena sedimentara dentro de la caja y los residuos serán removidos por la corriente de agua. La arena mientras transcurre el tiempo va deshaciendo y debe ser rellenada a la misma altura con más arena.
- En este caso juega un papel muy importante el operador de la planta de tratamiento ya que es la persona que controla el flujo de agua, monitoreo de la calidad de agua, la limpieza de filtro y la actividad general de la planta.
- Para el retrolavado depende de la característica del contaminante presente en el efluente del agua, en este caso se debe realizar una vez por semana.

3.4. Propuesta

Con el fin de descargar agua residual que se encuentre dentro de los parámetros establecidos por el TULSMA, Tabla 9, es necesario realizar un tratamiento adecuado a las aguas residuales para así evitar la contaminación ambiental, por lo cual es indispensable proponer un rediseño de la planta de tratamiento de las aguas residuales de la Curtiembre Quisapincha. En la planta se encuentra varios parámetros físicos – químicos, fuera de los límites establecidos tales como: Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sulfuros, Sulfatos, Cromo Hexavalente, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables y Sólidos Totales

Gráfico 21-3. Diseño y Propuesto de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la Curtiembre Quisapincha



Fuente: Gladys Amangandi, 2016

3.4.1. Parámetros para el rediseño

3.4.1.1. Implementación de un Sistema de Aireación para la Etapa de Lavado

Para el sistema de aireación se tiene un tanque de 50m³ con un caudal de 0,528 L/s

Tabla 16-3. Sistema de Aireación Agua de Lavado

Parámetro	Valor
Caudal aire	32,137m ³ aire/min
Presión hidrostática	3,13Psi
Presión absoluta	P _{Abs} =17,83 Psi
°T de salida de aire	44,68°C
Potencia de compresor	18,69HP

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

3.4.2. Implementación de un tanque sedimentador para la Etapa de Lavado

Tabla 17-3. Dimensionamiento de un Sedimentador

Parámetro	Valor
Caudal	1,9m ³ /h
Área superficial	1,14m ²
Volumen	4,07m ³
Diámetro	1,20m
Tiempo de retención hidráulica	2,06 h
radio	0,60m
Profundidad(propuesta)	3,6m
Remoción de DBO ₅	35,19%
Remoción de SST	57,13%
Caudal de fango	0,796 m ³ /día
Volumen e pocetas	0,133 m ³

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

3.2.3. Implementación de Paletas para la Etapa De Pelambre

Tabla 18-3. Dimensión de Paletas

Parámetro	Valor
Gradiente de velocidad	300s ⁻¹
Potencia Disipada en la Mezcla	1,064 HP
Área requerida de paletas	0,0021 m ²

Realizado: Gladys Amangandi, 2016

Para tratar este tipo de efluentes generados por la Curtiembre Quisapincha de sus diferentes procesos, se propuso el rediseño de la planta de tratamiento de las aguas residuales de la curtiembre con la finalidad de disminuir la carga contaminante, para así las aguas pueda cumplir con los parámetros establecidos por el TULSMA, Anexo VI, Tabla 9.

En la planta de tratamiento de la curtiembre Quisapincha ya está implementada las rejillas y los 4 tanques de almacenamiento que son para las aguas de las diferentes etapas y dos tanques clarificadores, el tratamiento que se le da al agua de pelambre y lavado primero se coloca un oxidante, utilizando aireación para así disminuir los sulfuros, después de ello son bombeados a los diferentes tanques sedimentadores donde se coloca los coagulantes y floculante.

Para el agua de lavado se calculó un sistema de aireación con un caudal de aire de 32,137m³aire/min para evitar que el sulfuro se disipe al medio.

Como existe gran cantidad de volumen de agua no permite que todas las aguas sean tratadas por esta razón se diseñó un tanque sedimentador para etapa del agua de lavado que tiene un volumen de 4,07m³, con área de 1,14m², diámetro de 1,20m, radio de 0, 60m con un tiempo de retención de 2,14 h donde esta agua de lavado después de ser oxigenada va pasar a un sedimentador donde será tratado con sulfato de aluminio que ayudar a precipitar los lodos.

Se calculó también la potencia disipada con 1,064 HP para las paletas de del agua de pelambre para así poder agitar el polímero aniónico para obtener una buena mezcla.

3.4.3. Costos

Costos de los químicos utilizados en el tratamiento de agua residual de la Curtiembre Quisapincha.

Tabla 19-3. Costos de Químicos al día

Químicos	Cantidad de Químico a Utilizar (Kg/Día)	Precio de Químico por Kg (\$)	Precio de Químico al Día (\$)
Sulfato de Manganeso	50	2,36	118,0
Sulfato de aluminio		0,84	42,0
Hidróxido de Calcio (cal)	10,5	0,41	4,305
Cloruro férrico	30	1,16	34,8
Polímero aniónico	0,4	5,0	12,0
Subtotal			169,105

Fuente: Gladys Amangandi, 2016

Tabla 20-3. Operación y Mantenimiento

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Unidad	cantidad	Precio unitario	Precio total
Operario (mantenimiento cada año)	U	1	366	366
Energía eléctrica	KW/mes	2880	0,093	267,84
Agua	m3/mes	12	0,46	5,52
Equipo de seguridad (al año)	U	1	150	150
Herramienta menor y otros	U	1	10	20
Subtotal				809,36

Fuente: Gladys Amangandi, 2016

Tabla 21-4. Costo total de Operación y mantenimiento y Químicos

Operación y mantenimiento (Anual)	809,36
Costos de Químicos al día	169,105
Total	978,465

Fuente: Gladys Amangandi, 2016

Tabla 22-3. Descripción de Rubros, Unidades, Cantidades y Precios

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
1	TANQUE SEDIMENTADOR				
2	Tanque Cónico POLIETILENO de 4 m ³	u	1,00	600,00	600,00
3	Tubo Mecánico de 3" ASTM-500	m	20,69	9,03	186,83
4	Láminas de acero A-36, PL e=8mm	kg	15,70	1,95	30,62
5	Tubo Mecánico de 2" ASTM-500	m	17,08	4,80	81,98
6	Láminas de acero A-36, PL e=10mm	kg	12,58	2,05	25,79
7	Perfil PLT 100X6 mm	kg	95,29	1,85	176,29
8	Tubería PVC 6"	m	5,61	12,83	71,98
9	Codo 90° PVC 6"	u	1,00	10,90	10,90
10	Válvula de bola 6" PVC-Pegable	u	1,00	95,00	95,00
11	Tubería PVC 4"	m	8,75	6,20	54,25
12	Codo 90° PVC 4"	u	2,00	3,39	6,78
13	Válvula de bola 4" PVC-Pegable	u	1,00	89,32	89,32
14	Tubería PVC 2"	m	6,00	2,22	13,32
15	Codo 90° PVC 2"	u	1,00	1,19	1,19
16	Válvula de bola 2" PVC-Pegable	u	1,00	21,00	21,00
17	Tee PVC 2"	u	1,00	1,29	1,29
18	Pernos de anclaje ASTM A-320 de 3/8"x5 1/8"	u	16,00	1,26	20,16
Subtotal					1.486,69
19	CLARIFICADOR 1				
20	Perfil canal U 200X50X3mm (Base)	kg	30,00	1,38	41,40
21	Láminas de acero PL e=6mm (Paletas)	kg	48,98	1,95	95,51
22	Acero AISI 1018 L=2000mm , D=40mm (Eje)	kg	19,72	2,00	39,44

23	Suministro e instalación de motor de 1 Hp	u	1,00	400,00	400,00
Subtotal					576,35
24	TANQUE DE AGUA RESIDUAL "LAVADO"				
25	Difusores	m	14,00	50,00	700,00
26	Tubo de acero al carbono SCH 40 ASTM-53 de 1"	m	7,91	32,91	260,32
27	Codo 90° HG 1"	u	2,00	3,31	6,62
28	Tee HG 1"	u	1,00	2,92	2,92
29	Válvula de bola 1"	u	1,00	9,00	9,00
Subtotal					278,86
SUBTOTAL:					2.341,90
IVA 12%					281,03
TOTAL					2.622,93

Fuente: Gladys Amangandi, 2016

3.5. Análisis y Discusión de Resultados

De acuerdo a la caracterización físico-químico del agua residual de la entrada y salida de la planta de tratamiento de la Curtiembre Quisapincha, se identificó que los parámetros: Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sulfuros, Sulfatos, Cromo Hexavalente. Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables y Sólidos Totales, se encuentran fuera de los límites permisibles del TULSMA, según las Tablas 26-2, 27-2, 28-2, 29-2. Caracterización de las aguas a la entrada de la planta y las Tablas 30-2, 31-2, Caracterización del agua a la salida de la planta tratada sólo de la etapa de pelambre y curtido.

Considerando estos antecedentes se optó por realizar pruebas de tratabilidad (pruebas de jarras) a las aguas de lavado, pelambre, curtido y teñido con la ayuda de sulfato de manganeso y sulfato de aluminio como se detalla en las tablas 32-2, 33-2, en este caso para el agua de lavado y pelambre se utilizó un oxidante de sulfato de manganeso al 5% con una aireación de 12 horas para cada una de las aguas.

Posterior a la oxidación para el agua de lavado se coloca el coagulante, sulfato de aluminio al 5%, en cambio para la etapa de pelambre se agregó cloruro férrico al 5% y un polímero aniónico al 1%, para el agua de curtido se colocó cal al 5%, enviando directamente a un filtro de arena y grava, para el agua de teñido se coloca sulfato de aluminio al 5% con la finalidad disminuir el color de las aguas por las anilinas.

Las tablas 34-2, 35-2, 36-2, 37-2, 38-2, 39-2, 40-2, permite verificar la dosificación de cada químico utilizado a las aguas de las diferentes etapas.

En las Figuras 2-2, 2-3, 2-4, 2-5 se visualiza los valores de los parámetros de las aguas antes y después del tratamiento.

Para la dosificación del volumen óptimo del químico se determina con el descenso del valor de la turbidez del agua que se observa en las tablas 35-2, 36-2, 37-2, 38-2, 39-2, 40-2, y en las gráficas 1-3, 2-3, 3-3, 4-3, 5-3.

Se puede apreciar en las siguientes tablas 41-2, 42-2, 43-2, 44-2 se observa los valores de los parámetros de la caracterización físico-químico del agua residual después del tratamiento y se observa que las aguas se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por el TULSMA.

Al comparar los resultados de las aguas de entrada y salida de la planta se puede verificar el porcentaje de remoción de los contaminantes, que corresponde a un valor muy alto y se observa en las tablas 1-3,2-3, 3-3, 4-3 y en las gráficas 6-3,7-3,8-3, 9-3.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En el diagnóstico del estado actual de la Planta de Tratamiento del Agua Residual de la Curtiembre Quisapincha del cantón Ambato se determinó que el agua tratada que era descargada al sistema de alcantarillado presentaba problemas ya que no cumplía con los parámetros establecidos por la Tabla 9, Libro VI del TULSMA.
- La caracterización de las aguas residuales de cada una de las etapas dieron como resultado que los efluentes de los diferentes procesos se encuentran fuera de los límites tales como: Lavado DQO: 8400mg/L, DBO5: 6600mg/L, Sulfuros: 234 mg/L, Sólidos Sedimentables: 25ml/L, pH: 8.68. Pelambre: DQO: 5820mg/L, DBO5: 4780 mg/L, Sulfuros: 230mg/L, Sulfatos: 650mg/L, Sólidos Totales: 10284mg/L, pH: 12,73. Curtido: DQO: 3480mg/L, DBO5: 1280mg/L Cromo Hexavalente: 0.74mg/L, Sólidos Suspendidos Totales: 2580mh/L, Sólidos Totales: 28820mg/L, pH: 4,9. Teñido: pH: 3,14, Sólidos Suspendidos Totales: 620mg/L; con estos resultados se pudo comprobar que la planta no funciona de manera correcta, y se identifica los parámetros que se encuentra fuera de las norma de cada una de las etapas.
- Las variables que se utilizó para del rediseño es el caudal y la temperatura de cada una de las etapas con la que llegaba a los tanques después de la descarga de los bombos.
- Para mejorar el tratamiento de la planta de aguas residuales de la curtiembre se diseñó un sistema de aireación para la etapa de lavado que tiene un caudal de aire 32,137m³ aire/min, con una presión absoluta 17,83 Psi, la presión hidrostática de 3,13 Psi, con temperatura de 44,68C y con una potencia del compresor de 18,69HP. Después de ello se diseñó un tanque de sedimentación que tiene un área superficial 1,14 m², con un volumen de 4,07m³, un diámetro de 1,20m y un radio de 0,60 m, el tiempo de retención es de 2,06 h, con una profundidad propuesta de 3,6m, en el cual se va añadir el sulfato de aluminio al 5% como coagulante, y un sistema de agitación con una potencia de 1.064HP, con una gradiente de 300s⁻¹.
- Se buscó varias alternativas para poder tratar cada una de los efluentes, como lavado en el cual se implementó un sistema de aireación y un Tanque Sedimentador utilizado como oxidante el Sulfato de Manganeso y como coagulante Sulfato de Aluminio. Mientras que

para el agua de pelambre se implementó un sistema de agitación que nos ayude a mezclar los químicos tales como el ácido para poder disminuir el pH, después se agrega cloruro férrico y el polímero aniónico. En el agua curtido se utilizó cal que ayudo a precipitar el cromo pero inmediatamente es enviada a un filtro donde los lodos se quedan en una malla de nylon, el agua sigue pasando por el filtro y se obtiene una agua bastante mejorada, para cual es necesario dar un mantenimiento adecuado al filtro. Y por último el agua de teñido es el agua que menos contamina ya que tiene un temperatura elevada y el color que presenta por las anilinas que utilizan para dar el color que deseen a los cueros, se utilizó el Sulfato de Aluminio como coagulante que nos ayudó a la precipitación de la anilina que se encuentra presente en el agua.

RECOMENDACIONES

- Aplicar el presente estudio para así mejora el sistema actual de la planta de tratamiento de la Curtiembre Quisapincha. Para el caso del agua de lavado la implementación de un sistema de aireación y el tanque sedimentador con el fin de descargar el agua que se encuentre dentro del parámetro establecido. Y un agitador para la etapa del agua de pelambre que nos ayude a mezclar los químicos utilizados.
- Implementar un laboratorio de análisis físico- químicas in situ, que tiene como finalidad monitorear constantemente el agua de cada una de las etapas ya sea residual o tratada y así identificar con más facilidad los parámetros que se encuentra de fuera de la norma establecida, y con ello tomar medidas correctivas que nos ayude a mejorar la calidad de agua de descarga.
- Adquirir un Peachimetro con el cual se pueda medir el pH de cada una de las aguas e identificar a que pH se encuentra ya que es muy importante ya que de ello depende la sedimentación de los lodos.
- Realizar periódicamente el mantenimiento de la planta de tratamiento con el fin de evitar la acumulación de lodos que puedan contaminar al agua.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

GUERRA, G., *Revista Técnica Cueros.*, Ambato – Ecuador., Editorial Mundo., Vol. 1., N° 55., 2010., Pp. 40.

METCALF., & EDDY., *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización*, 3ra. ed. Madrid-España, Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, 1995., Pp. 508 – 515; 538 – 551; 555 – 557; 605 – 682.

Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales (IEOS), 1992., Pp. 378

RAMALHO, R., *Tratamiento de Aguas Residuales*, 2da. ed. Quebec – Canadá, Editorial Reverte S.A, 1993, pp. 92-93.

RIGOLA PEÑA, M., *Tratamiento de Aguas Industriales: Aguas de Procesos y Residuales*, Barcelona-España. Editorial Marcombo S.A, 2005, Pp. 118.-148.

ROMERO, J., *Tratamiento de efluentes residuales, Teoría y Principios de Diseño*, 3ra Ed. Bogotá-Colombia, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2002, Pp.38; 54; 68- 305; 375-390; 441.

TERENCE, J., *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*, 1era. ed. Bogotá – Colombia., McGraw – Hill Interamericana., 2000., Pp. 424.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA)., Quito – Ecuador, 2015, MAE, Libro VI, Anexo I, Tabla 9.

VALDEZ, E., *Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y Disposición de las Aguas Residuales.*, s. ed. Barcelona – España., 2001., Pp. 243 – 250.

ARTICULOS DE REVISTA

ALEX F. MIGUEL CHILE, Dr. CG. BEUTHE., *Aguas Residuales De Curtiembres: Tratamiento Primario y Secundario., Alemania.,* Pp.115

<http://www.cueronet.com/auqtic/tecnologia/aguasresiduales.htm>

12/12/2015

INGCO., Revista Virtual Pro., *Industria del Cuero y las Curtiembres.,* Número 62, marzo 2007, Pp., 35, 36.

<http://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/guia-para-el-control-y-la-prevencion-de-la-contaminacion-industrial-curtiembres#sthash.IxTqXqcT.dpuf>

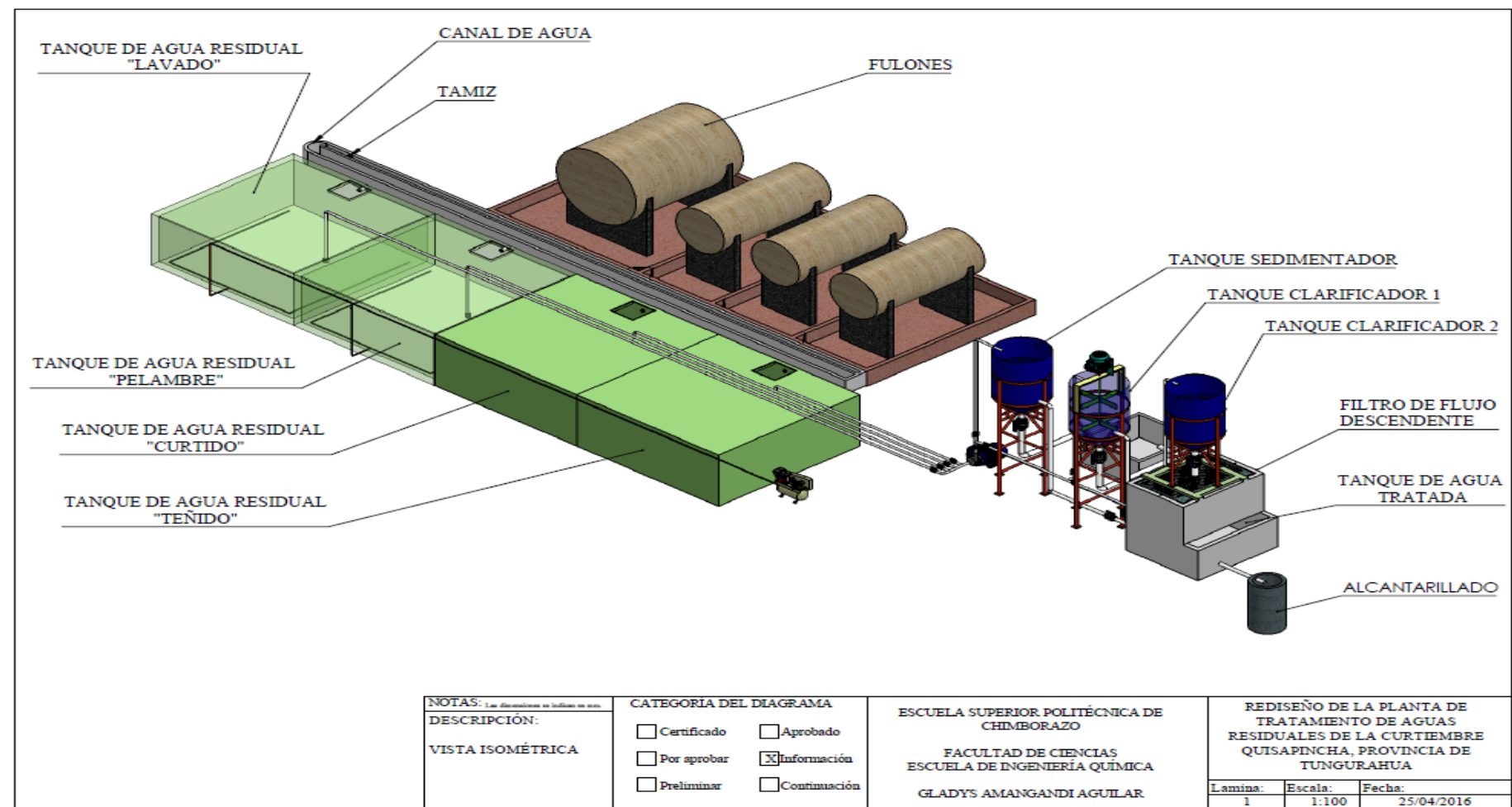
13/02/2016

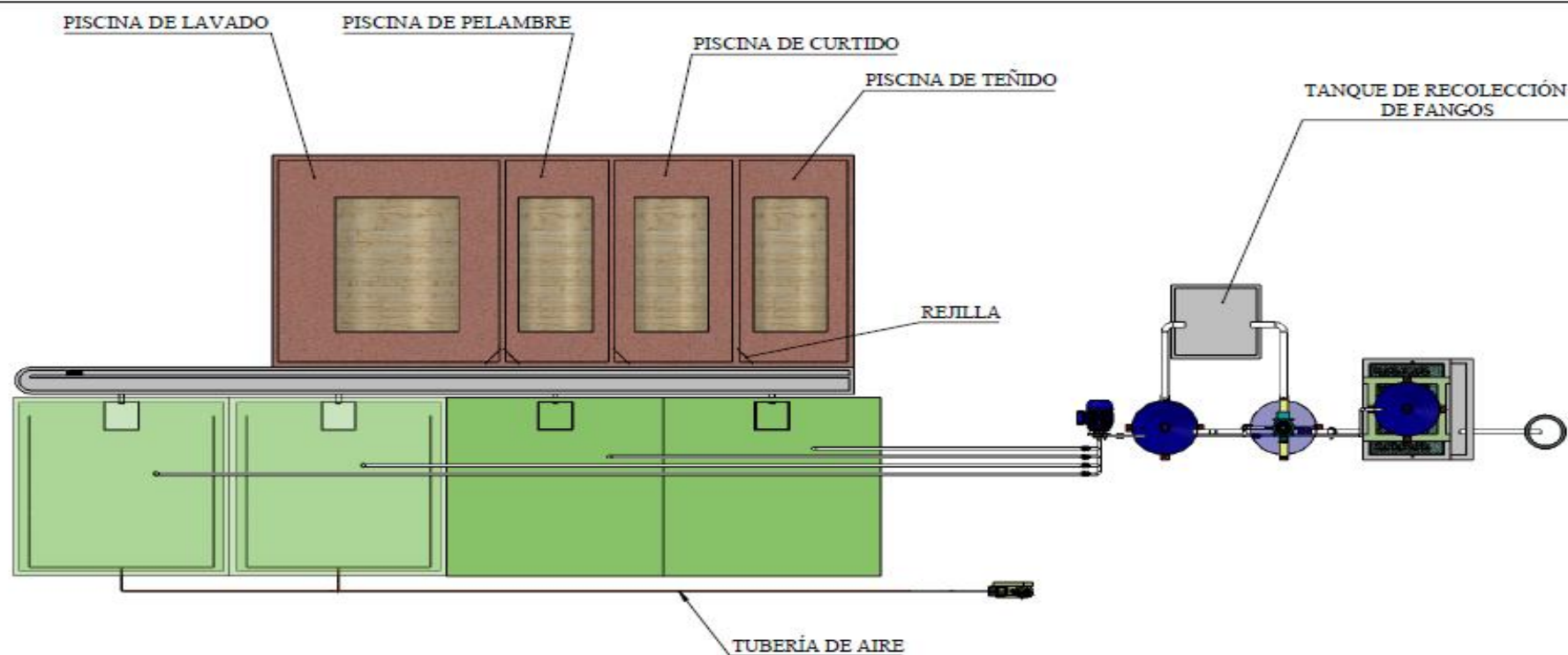
REAL DECRETO., Revista Ambientum., *Clasificación de aguas residuales industriales,* Edición junio 2002., Pp.22

http://www.ambientum.com/revista/2002_22/CLS FCCNG1_imprimir.htm

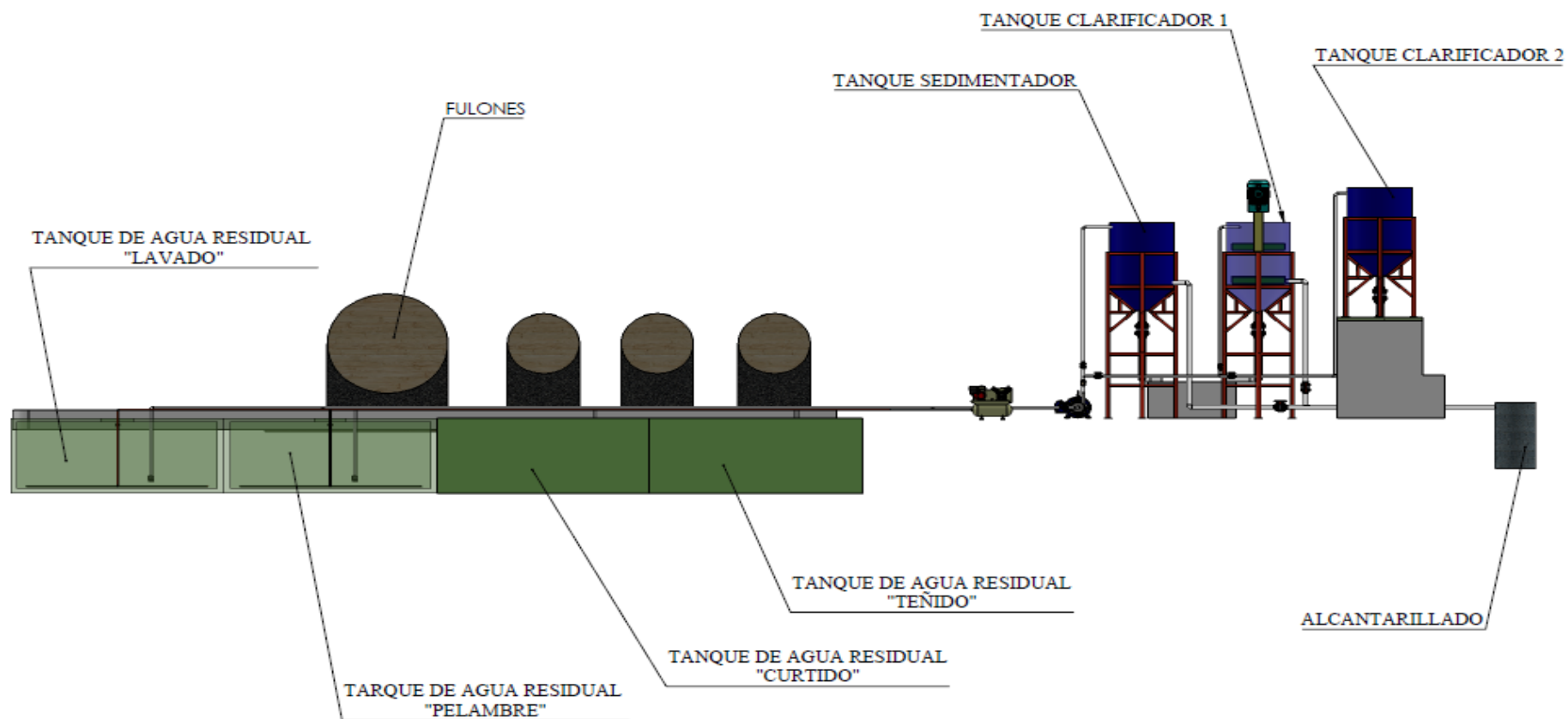
25/01/2016

PLANOS DEL REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE QUISAPINCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

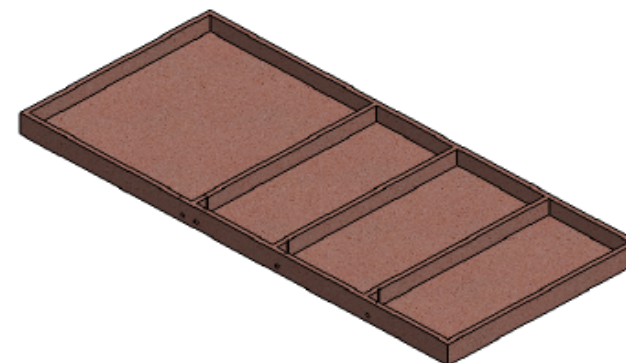
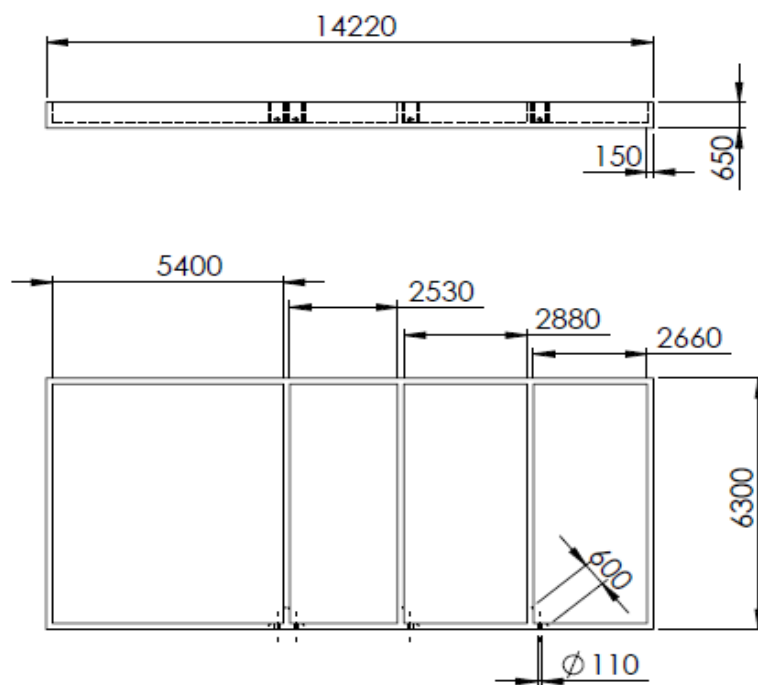




NOTAS: Las dimensiones se indican en cm.	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE QUISAPINCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
DESCRIPCIÓN:	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Aprobado	FACULTAD DE CIENCIAS		Lamina:	Escala:	Fecha:
VISTA DE PLANTA	<input type="checkbox"/> Por aprobar	<input checked="" type="checkbox"/> Información	ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA		2	1:100	25/04/2016
	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Continuación	GLADYS AMANGANDI AGUILAR				



NOTAS: Las dimensiones se indican en mm. DESCRIPCIÓN: VISTA FRONTAL	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Continuación		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA GLADYS AMANGANDI AGUILAR	REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE QUISAPINCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
			Lamina: 3		Escala: 1:100	Fecha: 25/04/2016



NOTAS: Las dimensiones se indican en mm.

DESCRIPCIÓN:

PISCINA DE AGUA

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA

- ☐ Certificado ☐ Aprobado
☐ Por aprobar ☒ Información
☐ Preliminar ☐ Continuación

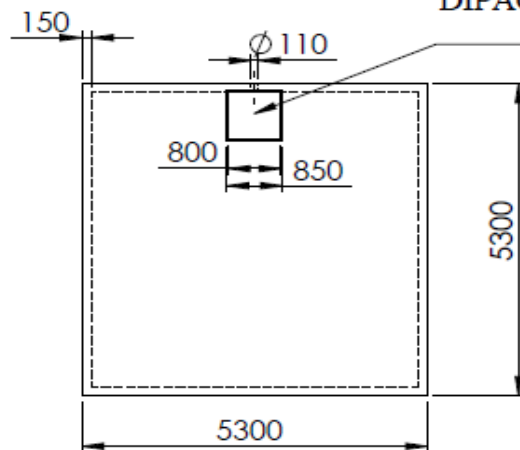
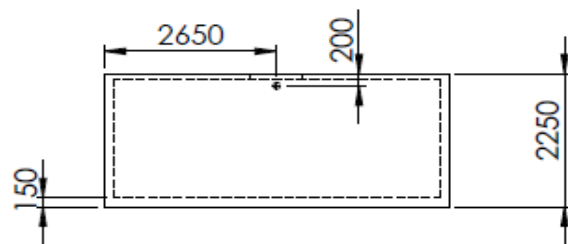
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

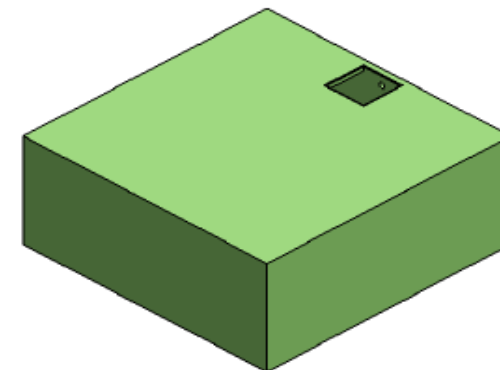
GLADYS AMANGANDI AGUILAR

REDISEÑO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE
QUISAPINCHA, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA

Lamina:	Escala:	Fecha:
4	1:100	25/04/2016



DIPAC Tapa de Plancha Antideslizante
e=4mm



NOTAS: Las dimensiones se indican en mm.

DESCRIPCIÓN:

TANQUE DE AGUAS
RESIDUALES

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA

- ☐ Certificado ☐ Aprobado
☐ Por aprobar ☒ Información
☐ Preliminar ☐ Continuación

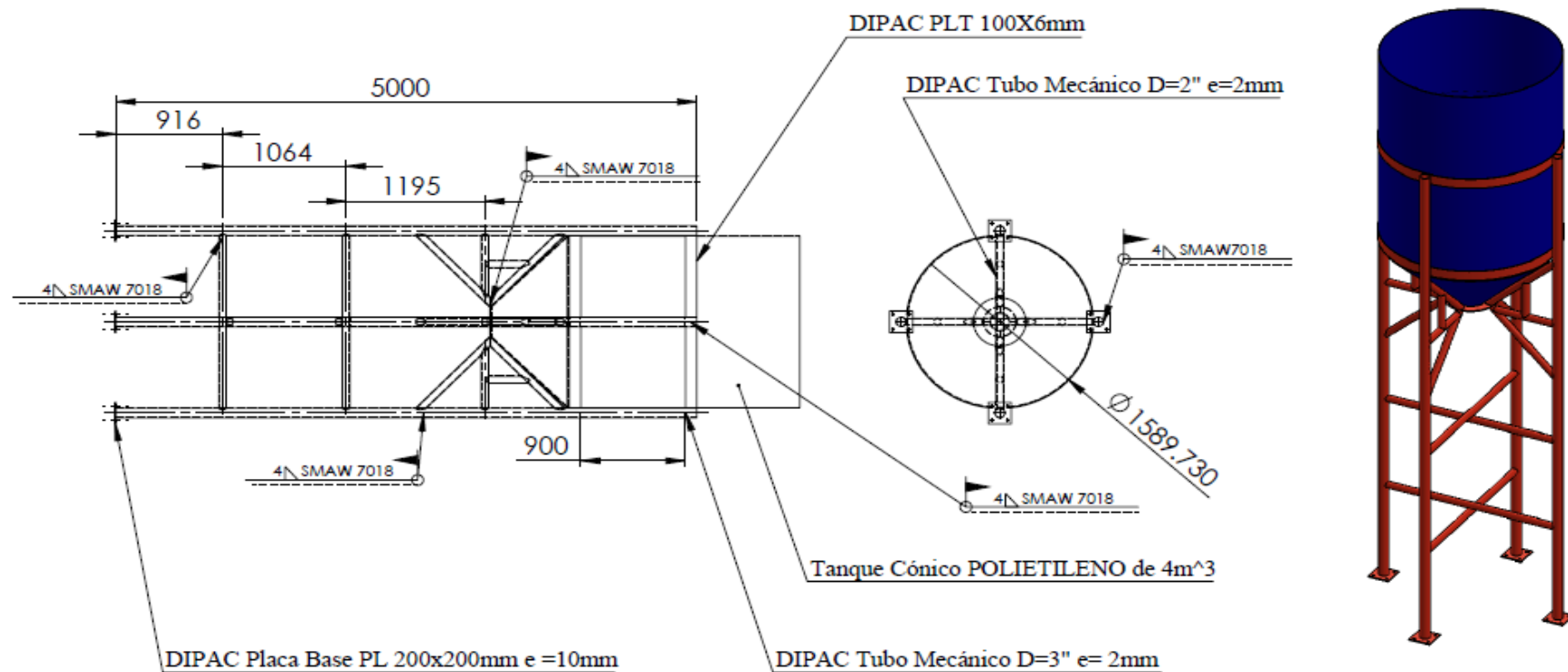
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

GLADYS AMANGANDI AGUILAR

REDISEÑO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE
QUISAPINCHA, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA

Lamina:	Escala:	Fecha:
5	1:100	25/04/2016



NOTAS: Las dimensiones se indican en mm.

DESCRIPCIÓN:

TANQUE
SEDIMENTADOR

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA

- ☐ Certificado ☐ Aprobado
- ☐ Por aprobar ☒ Información
- ☐ Preliminar ☐ Continuación

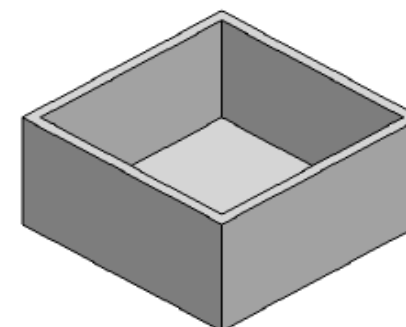
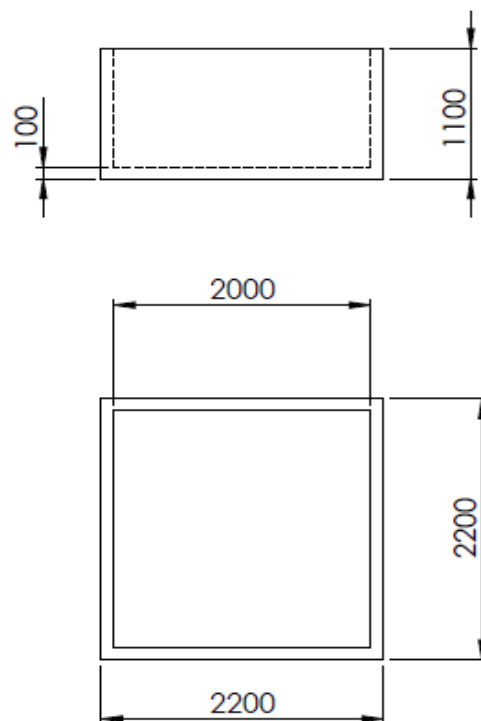
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

GLADYS AMANGANDI AGUILAR

REDISEÑO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE
QUISAPINCHA, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA

Lamina:	Escala:	Fecha:
6	1:50	25/04/2016



NOTAS: Las dimensiones se indican en mm.

DESCRIPCIÓN:

TANQUE DE
RECOLECCIÓN DE
FANGOS

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA

- ☐ Certificado ☐ Aprobado
☐ Por aprobar ☒ Información
☐ Preliminar ☐ Continuación

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

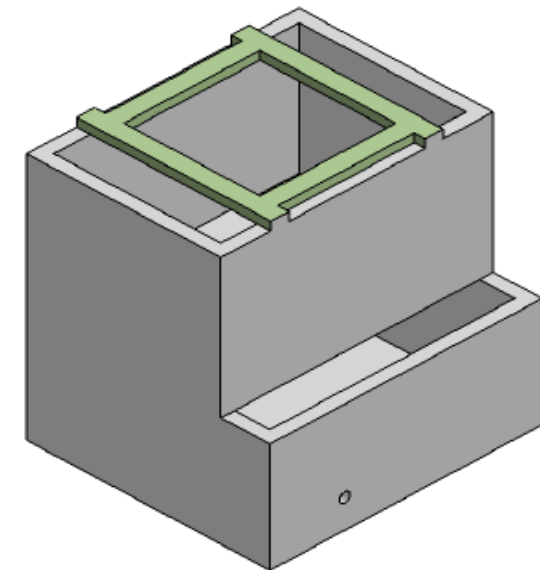
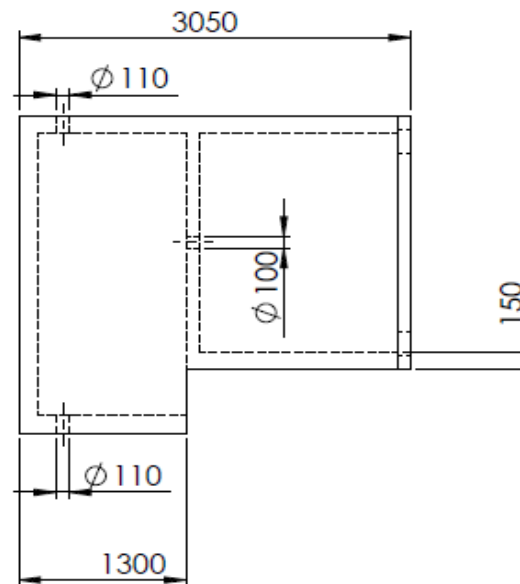
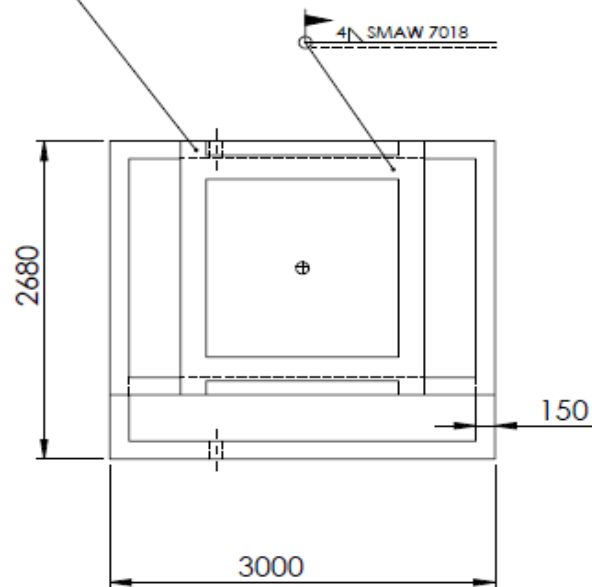
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

GLADYS AMANGANDI AGUILAR

REDISEÑO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE
QUISAPINCHA, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA

Lamina:	Escala:	Fecha:
7	1:50	25/04/2016

DIPAC Perfil Estructural Canal U 200x100x6mm



NOTAS: Las dimensiones se indican en mm.

DESCRIPCIÓN:

- TANQUE DE AGUA TRATADA
- FILTRO DE FLUJO DESCENDENTE

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA

- ☐ Certificado ☐ Aprobado
☐ Por aprobar ☒ Información
☐ Preliminar ☐ Continuación

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

GLADYS AMANGANDI AGUILAR

REDISEÑO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE
QUISAPINCHA, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA

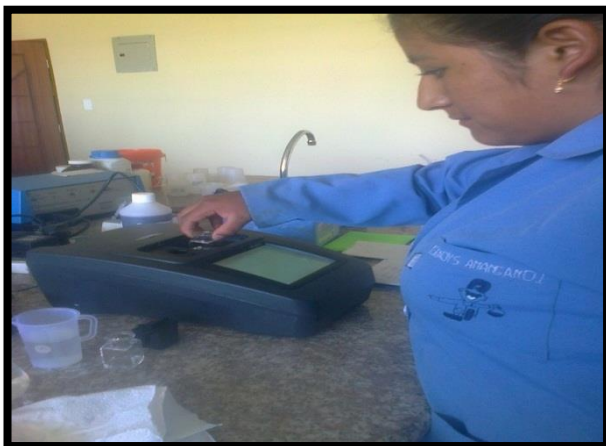
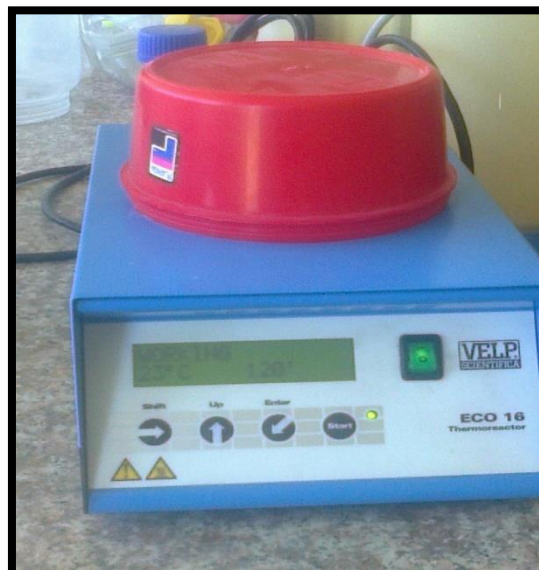
Lamina:	Escala:	Fecha:
8	1:50	25/04/2016

ANEXOS

ANEXOS A. Medición de Caudales y Toma de Muestras



ANEXO B. Pruebas Físico-Químicas en el Laboratorio de Análisis Técnicos



ANEXO C. Resultados de la caracterización del Agua Residual salida de la Curtiembre Quisapincha

Agua Residual Tratada de Pelambre

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 06 de agosto del 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de octubre del 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha. Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Salida Pelambre

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	9,4
Turbiedad	UNT	2130-B		203
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		2,5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	4 540
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	3100
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	32
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	240
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	1 620
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	2
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	2 436
Alcalinidad	mg/L	2320-B		220

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,


Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

Agua Residual Tratada de Curtido

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 25 de agosto del 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 12 de octubre del 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha. Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Salida Curtido

Análisis Químico


Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	12,8
Turbiedad	UNT	2130-B		30,3
Conductividad		2510-B		26,2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	3 100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	960
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	970
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	23 512
Cromo Hexavalente	mg/L	HACH-8023	0,5	0,22

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,


Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

ANEXO D. Resultados de la Caracterización del Agua Residual de la Etapa de Lavado

Entrada Agua Residual

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 06 de agosto del 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de octubre del 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha. Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Lavado

Análisis Químico

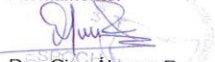
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	8.68
Turbiedad	UNT	2130-B		2120
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		11.4
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	8400
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	6600
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	234
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	350
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	25
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B		5672

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

Agua Tratada Pruebas de Jarra

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 19 de Octubre 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 25 de Enero 2016

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de Curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha. Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Tratada de Lavado

Análisis Químico

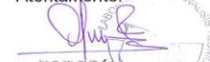
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	6.5
Turbiedad	UNT	2130-B		18
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		9.52
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	478
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	209
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	<1
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	45
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	2
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B		120

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

ANEXO E. Resultados de la Caracterización del Agua Residual de la Etapa de Pelambre

Entrada Agua Residual

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 06 de agosto del 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de octubre del 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha. Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Entrada Pelambre

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	12,73
Turbiedad	UNT	2130-B		1857
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		9,5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	5 820
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	4 780
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	230
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	650
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	1620
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	15
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	10284
Alcalinidad	mg/L	2320-B		480

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,


Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

Agua Tratada Pruebas de Jarra

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 19 de Octubre 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 25 de Enero 2016

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de Curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha. Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Tratada de Pelambre

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	8,6
Turbiedad	UNT	2130-B		17
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		4,7
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	512
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	296
Sulfuros	mg/L	4500-E	1,0	<1
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	400	120
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	85
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	615
Alcalinidad	mg/L	2320-B		240

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,


Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

ANEXO F. Resultados de la Caracterización del Agua Residual de la Etapa de Curtido

Entrada Agua Residual

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 25 de agosto del 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 12 de octubre del 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha . Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Entrada Curtido

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	4,9
Turbiedad	UNT	2130-B		93
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		23,3
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	3 480
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	1 280
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	2 580
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	1,0
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	8 820
Cromo Hexavalente	mg/L	HACH-8023	0,5	0,74

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público Observaciones:

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.
Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

Agua Tratada Pruebas de Jarra

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 19 de Octubre 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 25 de Enero 2016

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de Curtiembre. Muestra Compuesta Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha . Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Tratada de Curtido

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	8,8
Turbiedad	UNT	2130-B		17
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		21,2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	420
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	58
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	<1
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	<0,1
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	852
Cromo Hexavalente	mg/L	HACH-8023	0,5	0,026

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público Observaciones:

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.
Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

ANEXO G. Resultados de la Caracterización del Agua Residual de la Etapa de Teñido

Entrada Agua Residual

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 06 de agosto del 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de octubre del 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de curtiembre. Muestra Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha . Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Teñido

Análisis Químico

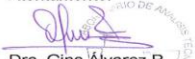
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	3.14
Turbiedad	UNT	2130-B		157
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		3.31
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	295
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	120
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	620
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	10
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	480

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

Agua Tratada Pruebas de Jarra

ESPOCH

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Gladys Amangandi

Fecha de Análisis: 19 de Octubre 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 25 de Enero 2016

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial de Curtiembre. Muestra Compuesta Simple

Localidad: Parroquia Quisapincha. Cantón Ambato. Provincia Tungurahua

TRABAJO DE TESIS

Código LAT/119-15

El agua residual: Tratada de Teñido

Análisis Químico

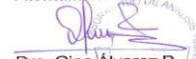
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	6.2
Turbiedad	UNT	2130-B		12
Conductividad	mSiems/cm	2510-B		5.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	95
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	20
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	2540-C	220	27
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	<1
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1 600	1480

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada. Los ensayos han sido realizados, por el estudiante bajo la dirección del técnico responsable.

ANEXO H. Resultados de la Caracterización de Aceites y Grasas y Tensoactivos



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

Nº SE: 061 – 15

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Gladys Amangandi
EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH
DIRECCIÓN: Cda. Los Olivos

INFORME Nº: 061 – 15
Nº SE: 061– 15

TELÉFONO: 0999174130

FECHA DE RECEPCIÓN: 23 – 07 – 15
FECHA DE INFORME: 29 – 07 – 15

NÚMERO DE MUESTRAS: 1 Agua Residual Curtiembre
IDENTIFICACIÓN: MA – 101 -15 Curtiembre, Quisapincha
TIPO DE MUESTRA: Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA – 101-15

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	39,6	N/A	23 – 07 – 15
* Detergentes	mg/l	STANDARD METHODS 5540 - C mod	4,9	N/A	23 – 07 – 15

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

ANEXO I. Resultados de la Caracterización de Compuestos Fenólicos

	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 1167
ST: 15-435 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atn. Gladys Amangandi
Dirección: Riobamba, Cdla. Los Olivos
 Riobamba - Chimborazo

FECHA: 03 de Agosto del 2015
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/07/23 - 15:35
FECHA DE MUESTREO: 2015/07/23 - 07:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2015/07/23 - 2015/08/03
TIPO DE MUESTRA: Agua residual de pelambre
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A 858 -15
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Tanque de almacenamiento
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Gladys Amangandi
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 Standard Methods No. APHA 5530 C	mg/L	>0,2	±7%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO
 LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
 E INSPECCIÓN
 LAB - CESTTA
 ESPOCH

ANEXO J. Resultados de la Caracterización Agua Tratada Tensoactivos y Compuestos Fenólicos

 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	---

INFORME DE ENSAYO No:	237
ST:	149- 16 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario:	N.A.
Atn.	Gladys Amangandí
Dirección:	Cdla. Los Olivos Riobamba - Chimborazo
FECHA:	02 de Marzo del 2016
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2016/02/19 – 07:30
FECHA DE MUESTREO:	2016/02/18 – 09:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2016/02/19 – 2016/03/02
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-A 213-16
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	NA
PUNTO DE MUESTREO:	Agua tratada de la curtiembre Quisapincha
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico-Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Gladys Amangandí
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (n)
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	1,75	±7%	2,0
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 Standard Methods No. APHA 5530 C	mg/L	0,130	±7%	0,2

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna marcada con (■) corresponde al Límite máximo permitido indicado en la Tabla 8: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULSMA. Acuerdo Ministerial No. 061. Libro VI. Anexo 1. Solicitado por el cliente.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH